Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island

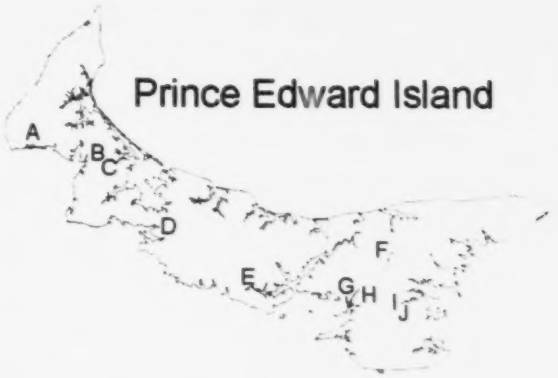
Background

Prince Edward Island (PEI) is Canada's smallest province. Because of its narrow shape and moderate relief, rivers are short and free of natural barriers. The lower portions of most rivers were flooded by rising waters following the Pleistocene, producing broad estuaries, many of which flow into wide shallow bays. These conditions are conducive to production of shellfish and anadromous fishes, and early European settlers reported an abundance of such species, including mussels, clams, oysters, smelts, gaspereau, trout, and salmon.

PEI was almost entirely forested at the time of European contact. Land clearance for agriculture began in the 18th century and continued with greater intensity in the 19th. By 1900, forests covered only 31% of PEI's surface. Early in the 20th century many fields were abandoned and allowed to revert to forest. In 1990, 49% of the province was forested. There is roughly an even split between hardwoods, found mostly on land that was never cultivated, and softwoods, which grow chiefly on former farmland.

PEI is Canada's most densely populated province, and the intensity of human activity juxtaposed with streams and estuaries of high production potential has led to resource conflicts. The red colour of most PEI rivers following rainfalls is a highly visible symbol of the interaction between land use and aquatic resources. Land use impacts on aquatic resources have a high profile on PEI, and the main areas of concern among resource managers and the public are impacts of sediments, toxic chemicals, and cattle access to streams on freshwater and estuarine resources, and the consequences of nutrient inputs to estuarine biota.

The following terms are used in this report:
Watercourse - includes streams, ponds, and estuaries.
Aquatic - refers to fresh, brackish, and salt water.



A-Little Pierre Jacques River, B-Enmore River, C-Ellerslie Brook, D-Wilmot River, E-West River, F-Morell River, G-Seal River, H-Vernon River, I-Montague River, J-Valleyfield River.

Summary

- Agricultural land use practices contribute major inputs of sediments, pesticides, animal wastes, and nutrients to PEI streams and estuaries. Road construction and maintenance, forestry operations, and sites undergoing landscape changes also contribute sediments to watercourses.

- Sedimentation negatively impacts salmonid populations on PEI, particularly those of Atlantic salmon.

- Fish kills associated with potato pesticides cause locally intense mortality in streams. Eight such kills occurred in 1999.

- Sedimentation due to land use practices negatively impacts production of oysters. Sediment deposition does not have known effects on other estuarine bivalves.

- Livestock in unfenced streams contribute faecal coliform bacteria to watercourses. Many shellfish grounds that are adjacent to

farmland are closed to direct harvest due to coliform contamination, but the origin of the contamination has not been established.

- Concentrations of nitrogen and phosphorus, which are major promoters of aquatic plant growth, have risen substantially in PEI estuaries since the 1960s. Anoxic events, due to the proliferation and subsequent death of sea lettuce, are becoming more widespread in PEI estuaries.

- Chlorophyll levels in estuaries are closely related to the amount of farmland in the adjacent watershed. Nutrients of land use origin appear to be a major contributor to the growth of phytoplankton consumed by cultured mussels.

- Land use techniques that minimize inputs to watercourses are becoming more widespread on PEI. However, the practices of many land users remain unchanged, and recent expansions of potato acreage and the conversion of woodland to cropland have increased the potential for inputs to watercourses. Except in rare cases, federal and provincial legislation that protects fish and their habitats has not been used to limit land use inputs into PEI watercourses.

- A coordinated research program on land use effects on aquatic resources of PEI streams and estuaries is required to monitor, model, and quantify impacts, to establish benchmarks for enforcement, and to guide mitigation and rehabilitation efforts.

- A broadly based consensus among community, industry, and government is required to achieve an effective program to reduce land use inputs that harm PEI's aquatic resources.

Introduction

Owing to scientific and public concerns about the effects of land use practices on fisheries resources of the rivers and estuaries of Prince Edward Island, Science Branch of the Department of Fisheries and Oceans and the PEI Department of Technology and Environment convened a meeting to review scientific data related to these issues. The meeting was held in Charlottetown on 6-10 December 1999.

The meeting panel consisted of 34 invited specialists in fisheries biology, shellfish biology, estuarine ecology, hydrology, toxicology, soil engineering, enforcement, and natural resource management. Panel membership included the majority of scientists who have conducted research in PEI streams and estuaries in recent years. The meeting was open to the public and non-panel attendees participated in the deliberations.

The meeting examined the effects of sedimentation, toxic chemicals, livestock and their wastes, and nutrient inputs on fish, shellfish and their habitats in PEI through the following questions:

- What is the nature and extent of physical, chemical, and biological alterations of PEI watercourses due to land use practices?
- What effects do these alterations and inputs have on fisheries resources in watercourses?
- What is the relative importance of these alterations and inputs in adversely affecting the fisheries resources?
- What research is needed to understand impacts and to identify appropriate remedial measures?
- What measures could be adopted to reduce negative impacts of land use practices on PEI fisheries resources?

Land use patterns

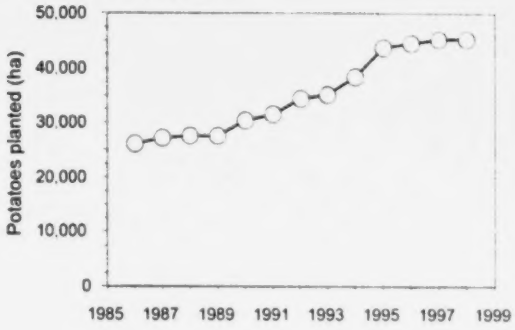
Prince Edward Island's total land area is 5,660 km^2. The population in 1999 was 138,000, or 24.3 persons/km^2, the highest population density of any province and much higher than the overall Canadian density of 3.1 persons/km^2.

In 1990, the latest year for which figures are available, 49% of PEI was forested. There is no virgin forest on PEI and all woodland has been subject to some degree of harvest. During the 1990s there was an upturn in forest harvesting due to high lumber prices, and also because of woodland clearances for potato and blueberry production. Harvest of wood products increased from 411,000 m^3 in 1991 to 643,000 m^3 in 1995, a level that is considered unsustainable by the Forestry Division of the PEI Department of Agriculture and Forestry.

Since the 19th century, PEI's agricultural economy has been based on a mixture of livestock (mostly dairy and beef cattle and pigs) and crop (potatoes, cereals, forage) production. The number of farms has decreased markedly since its peak of about 14,000 in 1900. Farm numbers fell to 3,154 in 1981 and to 2,217 in 1996. With this decrease, there have been major increases in farm size and the farming of leased land.

Potatoes are commonly grown in alternation with other crops, a practice known as crop rotation. Between 103,000 and 115,000 ha of PEI is currently in potato rotation. This constitutes about 18-20% of PEI's total land area. Of the land in potato rotation, 55-62% is planted in potatoes once every three years, 36-44% once every two years, and 1.5-2% is in potatoes three years in a row. The area planted in potatoes increased from 28,733 ha in 1985 to 45,325 ha in 1998.

Potatoes



Eighty-one percent of cultivated land on PEI is considered by Agriculture and Agri-foods Canada to be at high to severe risk of water-borne soil erosion, and PEI is the only province in Canada where water erosion risk increased between 1981 and 1991. This trend is due to the increase in potato acreage. Of all major crops grown on PEI, potatoes are the most environmentally intrusive because a) potato cultivation removes large quantities of organic matter from the soil, b) traditional cultivation methods leave the soil bare and at high erosion risk for extended periods, and c) potatoes attract a wide variety of pests which are typically controlled by intensive pesticide applications.

No reliable assessments of total soil loss from PEI farms are available. However, typical losses from potato fields which are cultivated by traditional methods are estimated to be in the range of 10-20 tonnes/ha/yr (1-2 kg/m^2/yr). Losses may exceed 100 tonnes/ha/yr (10 kg/m^2/yr) in localized and exceptional circumstances. It is estimated that some form of effective erosion control is currently applied to about 40% of potato land.

In contrast to the expanding potato industry, the livestock sector has been relatively stable in recent years. Cattle numbers have dipped slightly since the 1980s.

Fisheries and aquaculture

Prince Edward Island is Canada's leading fishing province in terms of landings as a percentage of provincial Gross Domestic Product. Fisheries dependent on freshwater and estuarine habitats employ a substantial proportion of fishers on PEI and have high cultural and economic significance. The importance of estuarine fisheries is commonly expressed in terms of officially reported landed values. Industry observers and biologists associated with this sector commonly report that official statistics substantially underestimate actual landings and landed values of estuarine shellfish and finfish fisheries.

Finfish fisheries

At present, about 20 finfish species spawn in PEI rivers and estuaries. The American eel, which spawns in the southern North Atlantic Ocean, is also a common inhabitant of PEI watercourses. Most fish which currently inhabit PEI are indigenous. Most prominent of the nonindigenous species is the rainbow trout which has established populations in a number of rivers. PEI has only three fish species which are restricted to freshwater; all of these have very small distributions on PEI. The diversity of fish species in PEI fresh waters is much lower than that of neighbouring Maritime Provinces.

Reported eel landings declined sharply from 150-250 t in the 1980s to 11 t in 1996, which parallels declining trends elsewhere in the Gulf of St. Lawrence - St. Lawrence River system. Over the same period, annual reported catches of gaspereau fluctuated widely from less than 100 t to more than 400 t. Similarly, reported landings for smelt varied from less than 100 t to over 300t.

PEI's fishery for Atlantic silversides, which inhabit coastal waters and tidal creeks, accounts for about two thirds of the world landings of this species. Reported silverside landings have varied considerably, up to over 500 t and a landed value of over $200,000.

The main recreational fisheries on PEI are for brook trout and Atlantic salmon. Brook trout exist in self-sustaining populations in most PEI watercourses. Early accounts indicated that Atlantic salmon were widespread and abundant on PEI, but self-sustaining runs have disappeared from most streams. Salmon runs are maintained by stocking in several of the larger rivers, notably the Morell. The number of brook trout licenses issued declined from 14,868 in 1980 to 12,072 in 1996. Salmon license sales dropped from 793 in 1990 to 520 in 1998. Direct expenditures due to salmonid angling on PEI in 1994 were estimated to be $4.6 million; the sum of direct and indirect expenditures was estimated to be $7 million.

Shellfish fisheries

Soft-shelled clams are harvested in bays and estuaries, primarily at low tide with hand tools. Reported soft-shelled clam harvests in 1981-1996 declined irregularly, and ranged from 159 to 407 tonnes/yr. Reported landed values during this period ranged from $173,000-$705,000. Most quahaugs are hand-picked at low tide from sub-tidal waters. Reported quahaug landings were generally in the range of 500 - 700 tonnes/yr in 1981-1996. Reported landed values were between $200,000 and $1.5 million.

Oysters have been subject to intensive commercial harvest on PEI since the 19th century. In 1915, a disease known as Malpeque Disease appeared and eventually destroyed most oyster beds in the province. A disease-resistant strain emerged and eventually re-populated the lost beds. At present the oyster industry is a mix of fisheries on open grounds and culture on private leaseholds. There are also efforts to raise oysters in racks held off-bottom in shallow water. Some of the more important grounds are contaminated by faecal coliform pollution, which has given rise to the widespread practice of "relaying" contaminated oysters in clean water until they are safe for human consumption (depuration). Reported oyster production in 1981-1996 varied from 870 to 1891 tonnes/yr, with values of $1 million to $3.8 million.

In the 1970s and 1980s methods were developed for the cultivation of blue mussels which were suited to the province's seasonally ice-covered waters. Naturally spawned spat are captured on collectors, and later transferred to "socks" suspended from longlines that are sunk below ice level in winter. The mussel industry needs adequate water depth (at least 4 m), and most production occurs in bays and estuaries in the central and eastern parts of PEI where depths tend to be greater. Mussel production has increased dramatically since the inception of the industry, rising to 8,819 t in 1996, with a harvested value of $10.7 million.

Total value of fisheries

Reported landed values of commercial estuarine species and recreational angling expenditures sum to more than $20 million annually on PEI, of which roughly half is due to mussel culture. As noted above, landed value figures may be underreported. Total economic activity generated by freshwater and estuarine fish and shellfish is much greater than landed values due to economic multipliers.

Regulatory environment

Federal and provincial governments have a number of tools to assist, promote and enforce the protection of fish, shellfish, and their habitats. These include educational materials, funding, technical assistance, research, and legislation.

Under the *Constitution Act*, the federal government has legislative authority to manage and regulate Canada's sea coast and inland fisheries. The Supreme Court of Canada has recognized the joint authorities of federal and provincial governments to regulate protection of the environment.

The federal government uses the *Fisheries Act* to exercise its mandate to protect fish and fish habitat. The environmental protection sections of the *Fisheries Act* are co-administered by the Department of Fisheries and Oceans and Environment Canada. The Department of Fisheries and Oceans administers the habitat protection provisions of the *Fisheries Act*. Section 35, the most frequently applied of these provisions, forbids the harmful alteration, disruption and destruction of fish habitat. Environment Canada administers Section 36 of the *Act*, which forbids the deposition of deleterious substances into water frequented by fish. Deleterious substances include those that are harmful to fish, fish habitat, or which impair the use of fish by people (fish includes shellfish).

The federal government, through Environment Canada, also administers the *Pest Control Products Act* and the *Canadian Environmental Protection Act*.

The government of PEI discharges its environmental protection mandate through several pieces of legislation, including the *Environmental Protection Act*, the *Natural Areas Protection Act*, the *Wildlife Conservation Act*, the *Recreational Development Act*, the *Planning Act*, and the *Pesticide Control Act*.

On PEI, federal and provincial authorities jointly regulate works in or near streams through a single referral and permitting process administered by the Province under authority of its *Environmental Protection Act*. Similar co-management processes are used in New Brunswick and Nova Scotia.

Sedimentation

Transport and deposition

The amount of sediment carried into PEI streams and estuaries since European settlement has not been systematically measured. Soil loss from agricultural fields, itself poorly known, does not directly reflect influx into watercourses because not all soil eroded from fields reaches waterways. In the estuary of the Wilmot River, core samples and examination of historic charts indicate that 2-5 m of sediment were deposited between 1765 and 1841. Subsequent sediment deposition infilled channels and further decreased water depths across the estuary. PEI was a major

shipbuilding centre in the 19th century. Many of the waterways where ocean-going vessels were once launched now have insufficient water to float a canoe at low tide.

Substrate composition data are available for a few PEI rivers. Fine sediments composed a mean of 28-33% of the bottom of sites on the Morell River, which is the most important angling stream on PEI. Fine sediments measured at 20 sites on five other rivers covered a mean of 35% of the bottom. Fines mixed with other substrate types covered means of 42% and 63% of the bottom of Morell and non-Morell rivers, respectively.

River	Measurement type*	Percent fines		
		Mean	SD	Sites
Morell, PEI	Bottom grab	33.3	14.2	9
Morell, PEI	Visual, pure fines	28.1	23.7	14
Morell, PEI	Visual, mixed fines	42.1	28.7	14
Non-Morell rivers, PEI	Visual, pure fines	35.0	30.7	20
Non-Morell rivers, PEI	Visual, mixed fines	63.0	30.2	20
Pt.Wolfe R., NB	Bottom grab	5.0	0.5	1
Catamaran Brook, NB	Bottom grab	13.4	1.4	1

*In bottom grab measurements, particle-size composition was determined by sieving. In visual measurements, particle sizes at the surface of the streambed were determined visually at grid points. Pure fines is a bottom type in which only fine sediments were found. Mixed fines is a bottom type which contained fines and another particle size (e.g. fines/gravel, fines/cobble).

Bottom grab samples, but not visual observations, indicate the infilling of substrate gravels by fine sediments. However the bottom grab samples were not representative of rivers as a whole because they were obtained at the heads of riffles where high water velocity may tend to wash fine particles out of the substrate. No measurements are available from intensively farmed areas without vegetated streamside buffer zones. Anecdotal reports from panel members and observers indicate that stream bottoms in such areas may be covered by dune-like deposits of fine sediment, with a complete absence of gravel or larger particles.

The limited quantitative data available on sediment deposition in streams are supplemented by visual observations by panel members during many thousands of hours of field work in streams in PEI and in the neighbouring provinces of Nova Scotia and New Brunswick. These observations indicate that stream sedimentation affects virtually all watercourses in PEI, and that the proportion of bottom covered by fine sediments is typically much higher on PEI than in neighbouring provinces.

Suspended sediment in PEI watercourses is readily visible because the water acquires the red colour of the soil. Most rivers, especially those in heavily farmed areas, turn red during and after rainfalls. Concentrations of suspended sediments during rainfalls may exceed 20,000 mg/L.

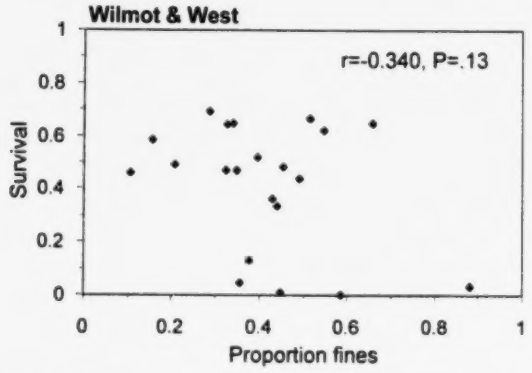
Quantitative data on the sources of sediment input are lacking. However, visual observations by panel members indicate that agriculture (especially potato cultivation), forestry operations, road construction and maintenance, and landscape changes due to urban and commercial development are the main origins of sediments.

Effects on finfish

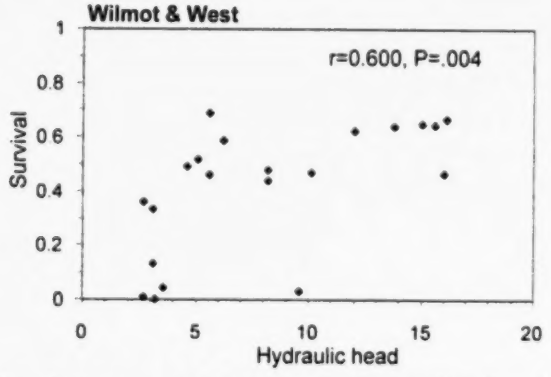
An abundance of international literature demonstrates that suspended and deposited sediments negatively affect all life stages of stream salmonids. Major effects of suspended sediments include impairment of feeding and gill function. Major effects of deposited sediments include decreases in reproductive success due to the prevention of oxygenation of incubating eggs, entombment of hatched alevins, reduced production of invertebrate food, infilling of interstitial spaces used by juveniles as cover, and infilling of pools used by adults as cover.

The main salmonid species on PEI are brook trout and Atlantic salmon. In the Wilmot and West rivers, survival to emergence of brook trout

eggs/alevins was not significantly correlated with the proportion of fines within the redd.



Brook trout on PEI commonly spawn in groundwater upwellings (springs) in the bottom of streams. In such sites, upwelling water percolates through the redd, even if the redd contains a high proportion of fines that prevent the influx of stream water. In the Wilmot and West rivers, survival to emergence was positively correlated with hydraulic head, a measure of the strength of upwelling.

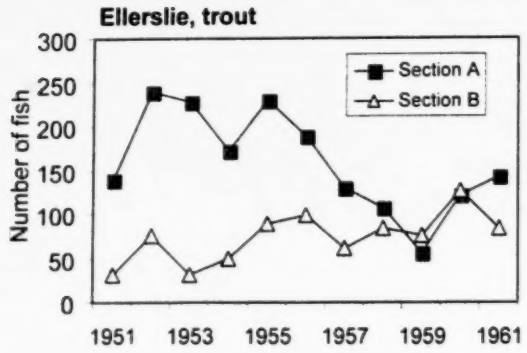


Brook trout eggs incubated in screened baskets in the Morell streambed accumulated large quantities of fine sediment (mean 1,012 g per 5.3 L basket). Mean survival to emergence was 14%, and survival to emergence was not significantly correlated with amount of accumulated fine sediment. Instead, survival to emergence appeared to be related to presence of groundwater seepages.

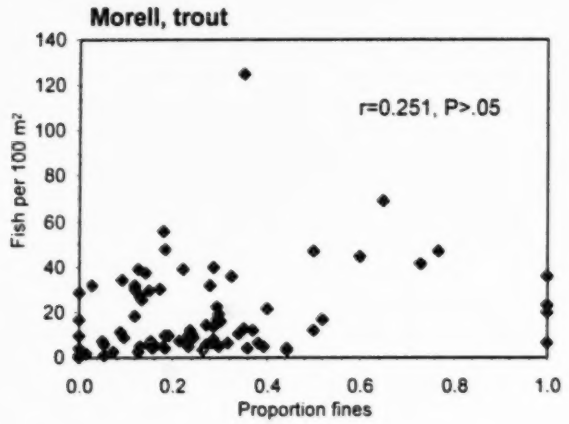
These results and studies conducted elsewhere suggest that brook trout use spring seepages to reduce egg mortality caused by poor oxygenation in sedimented sites. However, observations in the West and Wilmot indicate that areas of groundwater seepages were insufficient to accommodate all spawners, forcing some to spawn in heavily sedimented areas. Moreover, fish that spawned in sites with relatively low proportions of fines were not assured of good reproductive success because winter freshets sometimes deposited thick layers of sediment over sites which had been sediment-free during the fall spawning period.

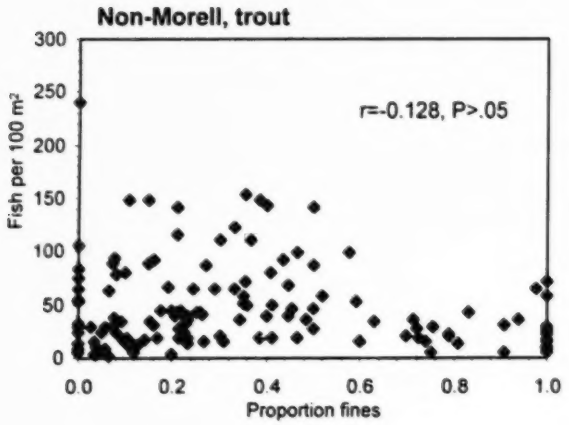
The degree to which sedimentation impairs brook trout reproduction on PEI cannot be accurately estimated in the absence of province-wide data on the availability of instream groundwater seeps. Province-wide data on groundwater qualities critical to egg and fry survival (dissolved oxygen, gas supersaturation) are also unavailable.

Several historical and current studies of the relation between sedimentation and densities of juvenile brook trout during summer are available. In Ellerslie Brook, numbers of brook trout declined from 1955 through 1959 in a reach (Section A) which was subject to unusually heavy sediment deposition in this period. Trout numbers reached their lowest point in 1959 after sediment from road maintenance work covered the streambed, and then improved the following year after freshets removed much of the sediment. Trout numbers in another reach (Section B), whose bottom sediments were decreasing following the conversion of cultivated land to pasture, showed a generally increasing trend during the time series.



Densities of juvenile brook trout were measured by electrofishing in the Morell River, and in five other rivers in PEI. Densities were not significantly correlated with the proportion of bottom covered by fines in either the Morell or non-Morell rivers.





In the Wilmot and West rivers, density of 0+ juveniles was significantly higher in low-sediment sites than in high sediment sites (2.59 and 2.03 fish/m^3 in low and high sediment sites, respectively; t=2.6, P=.01, df=70).

Panel members and observers reported that the dune-like sediment deposits found in some stream reaches in heavily farmed areas are devoid of fish or nearly so. No quantitative electrofishing data are available from such habitats.

Juvenile brook trout are much less active during winter and have a strong need for cover. No data have been collected on PEI to determine if infilling of streambed particles by fine sediments limits overwinter survival.

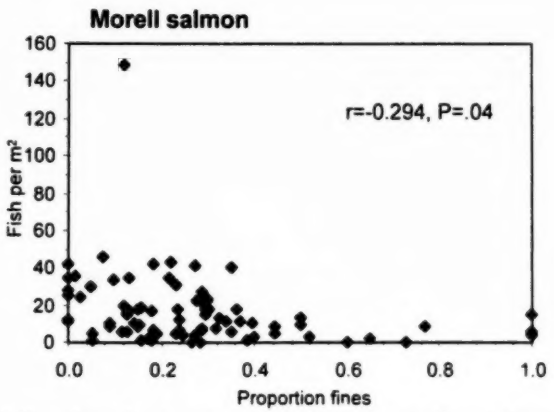
Adult brook trout use pools for cover in both summer and winter. Sedimentation has infilled many pools in PEI streams. It has not been determined if brook trout are able to avoid negative effects due to loss of pool habitat by using alternate types of cover.

Atlantic salmon on PEI generally spawn at the crests above riffles, as they do elsewhere. Unlike brook trout, they do not preferentially use groundwater seepages for spawning sites. Grab samples taken at riffle crests on the Morell River contained a mean of 33.3% fine sediment (see Transport and deposition section above).

Atlantic salmon eggs placed in incubation baskets in the Morell had a mean survival to emergence of 12.6%. Mean fine sediment accumulation was 636 g per basket, but there was no significant correlation between survival to emergence and sediment deposition. Survival to emergence of salmon eggs placed in similar baskets in Catamaran Brook, New Brunswick, was 61.5%. Those baskets accumulated a mean load of 127 g of fine sediments.

Densities of juvenile Atlantic salmon in the Morell River were negatively correlated with the proportion of fine sediments on the stream bottom. However this does not necessarily mean that sediment depresses salmon populations

because juvenile salmon prefer sites with rapidly flowing water which tends to remove fine sediments.



Like brook trout, wintering juvenile Atlantic salmon require cover to protect them during this period of low activity. Older parr need the larger cavities that occur underneath large cobble or boulders. The effects on juvenile Atlantic salmon of infilling of such habitats by sediment have not been investigated on PEI. Adult Atlantic salmon require pools as both summer and winter habitat, and being larger than adult brook trout are probably less able than brook trout to use alternative cover if pools are filled in by sedimentation.

Investigation of land use effects on Atlantic salmon is problematic because most PEI streams no longer have any salmon to study. Smolts raised in semi-natural conditions have been stocked for many years in streams which supported large salmon runs during the early stages of European colonization. These programs have failed to re-establish substantial natural production in any river except the Morell, where there is modest production of juveniles. The limited available data on land use effects are from this stream.

Effects on shellfish

Oyster spat prefer to settle on firm substrates, and they suffer low settlement success on soft bottoms. Oysters tend to sink into soft substrates, and the animals grow elongated shells to retain access to the water column. This shell shape reduces the commercial value of oysters. Because of the infilling of estuaries by soft sediments, the oyster industry in cooperation with governments operates large-scale and costly programs to bring old shell to the surface to provide a suitable substrate for oyster culture. Such efforts would not be necessary if estuaries were not extensively infilled by sediments.

Soft-shelled clams and quahaugs live in sedimented bottoms and the effects of sediment deposition on these species are not well understood. Mussels are grown off-bottom in relatively deep water and mussel cultivation does not appear to be negatively affected by sediment deposition at the present time. However, suspended sediment increases the cost of processing mussels because sediments must be removed prior to marketing.

Control of sediment input

Soil erosion cannot be entirely stopped but a number of practices are being promoted that reduce flux of sediments to watercourses. Measures pertaining to agriculture (particularly potato cultivation) include three-year crop rotations, spring ploughing, cross-slope cultivation, grassed waterways, terrace construction, strip cropping, residue management, fall mulching, planting of winter cover, and hedgerow planting. Improved forestry and highway construction and maintenance practices can also substantially reduce sediment inputs to watercourses. Riparian buffer zones reduce sediment input from both agricultural and forestry sources.

Toxic chemicals

Effects of pesticides

There were 12 fish kills on PEI in 1994-1999 which were known or suspected to have been caused by pesticides. Eight of these occurred in 1999, including a large kill on the Valleyfield River, a major angling stream. It is not clear whether or not the high number of reported kills in 1999 was a random aberration. Typically, kills occurred after a heavy rainfall, with complete

mortality occurring in a zone downstream from a point that received run-off from a potato field. It is not known to what extent aquatic life outside the kill zone is harmed by sublethal effects due to direct toxicity or to endocrine disruption.

Kills were normally signaled when dead fish were seen by anglers, conservation officers, or passersby. Hence it is possible that other kills, especially small ones, may have occurred that were not reported to investigators.

Pesticide effects on aquatic life on PEI have been investigated by monitoring pesticide concentrations in streams in a potato growing area, and by measuring pesticide concentrations in water after fish kills.

There were 169 pesticide detections in the 60 water samples obtained during the monitoring program in 1996-1999. About 75% of the samples contained one or more pesticide detections. Twelve pesticides were detected, including metalaxyl (found in 42 of 42 samples), metribuzin (38 of 42 samples), atrazine (6 of 7 samples), carbofuran (5 of 7 samples), and endosulfan (8 of 42 samples). Only one pesticide (chlorothalonil, 1.34 ppb) was found to be in excess of the Fresh Water Aquatic Life Guideline (FWALG) value for that pesticide (0.18 ppb). All of the pesticide detections were well below their respective 96 h LC50 values for rainbow trout (LC50 is the pesticide concentration that kills 50% of the sample after 96 hours of exposure).

Samples collected at fish kill sites in 1999 showed pesticide concentrations that were higher than those of the monitoring program. Azinphos methyl was found in stream water at one site at concentrations equal to the LC50 value for rainbow trout. Concentrations of two other pesticides (chlorothalonil and endosulfan) in stream water exceeded their respective FWALG values. Concentrations of azinphos methyl, chlorothalonil, and endosulfan sampled from puddles located above the streams were found to exceed LC50 values.

Samples of spring water seeping through brook trout redds in spring 1997 (prior to any pesticide applications for that year) contained methamidophos, metribuzin, and metalaxyl. Concentrations of metribuzin and metalaxyl were well below guidelines, but the concentration of methamidophos (60 ng/L) was 263 times higher than the reported lethal level for aquatic crustaceans.

Effects of endocrine disrupting compounds

There has been increased concern over the release of endocrine disrupting compounds into the environment. Agricultural activities are a potential source of these compounds, and PEI is a potentially susceptible area considering that most cleared land in the province is used for agriculture.

Rainbow trout held in stream cages in PEI showed significant changes in circulating testosterone, but there was no clear pattern of change in relation to assumed risk of pesticide exposure. Japanese medaka embryos exposed to sediments from cage sites in intensively farmed areas showed higher mortality and longer hatching times than those exposed to sediments from less intensively farmed areas. Further studies are required to determine if the observed changes are due to endocrine disruptors, and if so, to identify the source of these compounds.

Effects of livestock access to streams

International literature indicates that cattle and other livestock which have access to streams harm salmonid populations by breaking down bank structure, by trampling gravel and other large particles into the streambed, by increasing suspended sediment loads, and by introducing manure and its toxic leachates into watercourses.

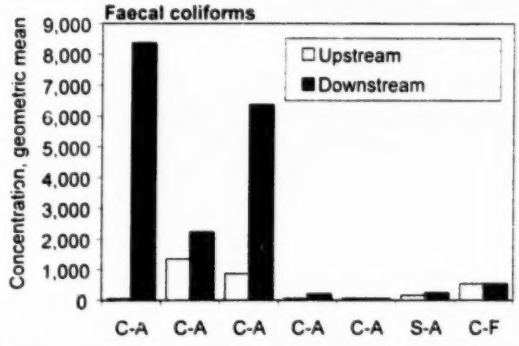
Panel members have commonly observed the physical effects noted above in PEI streams to which livestock have access. It is likely that the negative effects measured elsewhere also occur in PEI streams with livestock access. However,

no scientific studies have been conducted on PEI to measure such effects.

Since 1991, a government-NGO stewardship program has assisted farmers in fencing cattle from watercourses and providing alternative ways to water livestock. As of fall 1999, 180 projects have been completed. This program in collaboration with livestock operators has put approximately 10,000 cattle behind 75 km of fencing which protects more than 500 ha of riparian land. Since no survey of livestock access to PEI streams has been conducted, the amount of stream length that continues to be accessible to livestock is unknown.

Livestock faeces contains faecal coliform bacteria, as do the faeces of other warm-blooded animals. These bacteria are commonly used as indicators of the possible presence of pathogenic microorganisms. Mean permissible concentrations of faecal coliforms for direct human contact and for shellfish harvesting are 200 and 14 organisms/100 mL, respectively.

Geometric mean faecal coliform concentrations were significantly higher downstream than upstream of five sites where cattle had access and one site where sheep had access (t-tests, all P values ≤ 0.006). Concentrations upstream and downstream of a site where cattle were fenced from the stream were not significantly different.

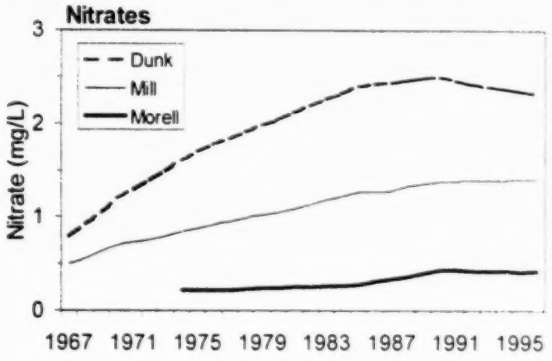


(C-A means accessible by cattle, S-A means accessible by sheep, C-F means fenced against cattle).

More than 80 sites in PEI are closed to direct harvest of bivalve shellfish because of excessive faecal coliform concentrations. Some of these grounds are adjacent to agricultural areas that have no municipal sewage outfalls and no substantial concentrations of wildlife. This suggests that livestock wastes may be the source of the contamination. However, the contribution of livestock waste to faecal coliform levels in closed shellfish areas has not been measured.

Effects of nutrients on estuaries

Plant growth in estuaries depends on the presence of nitrogen and phosphorus. Concentrations of nitrogen in PEI estuaries have risen substantially since the 1960s, although there has been a leveling-off or decrease in the 1990s. Concentrations of phosphorus have also risen.



Nitrogen concentrations of 0.3-0.5 mg/L and phosphorus concentrations of 0.035 mg/L are considered to be the threshold for eutrophic conditions in estuaries. Ten of 20 estuaries sampled in 1998-1999 had mean nitrogen concentrations exceeding 0.5 mg/L.

The macrophytic alga sea lettuce grows in bays and estuaries around PEI. Highly luxuriant growth may lead to anoxic conditions when dense layers of vegetation rot, robbing the water of its oxygen. During anoxic events, the water typically turns milky and visibility drops to near nil. Most fish are able to swim away from the anoxic zone but bivalve shellfish are unable to move and hence die. Anoxic events usually

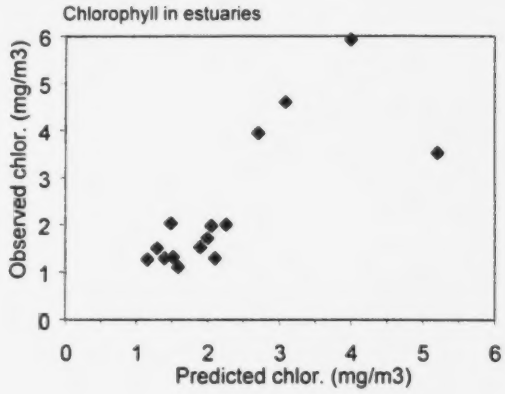
occur in July and August, and occasionally September.

Most of the anoxias have been on the north shore of PEI, where tidal flushing is weak due to the low tidal amplitude (mean 0.7 m on the north shore, mean 1.8 m on the south shore). (Anoxic conditions associated with water-flow restraints due to causeways are not considered here).

Locations of anoxic events

No long-term records are available of anoxic events in PEI estuaries. However, observations by panel members indicate that such events have increased greatly in frequency over the past several decades, and that anoxic events have recently occurred in areas where such events were unknown in the past or occurred very rarely.

Chlorophyll concentrations in 15 PEI estuaries were related to concentrations of both total nitrogen (r^2 = 0.72) and total phosphorus (r^2 = 0.65). Chlorophyll concentrations were also related to land use practices in the adjoining watershed. An equation in which estuary volume and area of the watershed under agriculture were independent variables predicted chlorophyll concentrations with an r^2 of 0.68.



Cultured mussels are important herbivores in PEI estuaries. Nitrogen and phosphorus of agricultural origin appear to be major contributors to the growth of mussel food. Hence current agricultural practices may contribute substantially to the success of the cultured mussel industry.

Overall impacts on aquatic biota

Finfish

Brook trout and Atlantic salmon, the main recreational fish in PEI streams, experience sedimentation, pesticides, and livestock and their wastes in their habitats. The extensive literature on sediment effects on salmonids indicates that negative effects are pervasive and often severe. Currently available data for PEI are limited and cover only some life stages and ecological situations.

Mean densities (fish/100 m^2) of summed juvenile brook trout and Atlantic salmon measured in rivers for which more than 10 density estimates are available are roughly similar in New Brunswick/Nova Scotia and PEI.

River	Trout	Salmon	Sum
New Brunswick/Nova Scotia			
Restigouche		78.7	78.7
Jacquet	9.2	7.7	16.9
Miramichi		116.7	116.7
Margaree	18.3	75.0	93.3
St. Marys River	1.4	28.2	29.6
West R., Sheet Harbour	0.4	16.0	16.3
LaHave	0.6	14.0	14.6
Shubenacadie	21.8	35.3	57.1
Stewiacke	11.8	62.1	73.9
Maccan	0.4	57.7	58.1
Saint John		31.3	31.3
Mean	8.0	47.5	53.3
Prince Edward Island			
Morell	17.5	12.1	29.5
Little Pierre Jacques	39.8	0.8	40.6
Enmore	15.7	3.3	18.9
Ellerslie	42.4	0.1	42.5
Seal	56.2	0.5	56.7
Vernon	90.8	1.4	92.2
Montague	66.0	0.0	66.0
Mean	46.9	2.6	49.5

In comparison with New Brunswick and Nova Scotia, PEI has greater natural soil fertility (which is associated in the literature with higher salmonid densities), lower diversity of freshwater fish species (which means less competition), and widespread spring seepages that limit summer temperature extremes and maintain flow in dry periods. These are important habitat advantages, and suggest that, in the absence of land use and other anthropogenic influences, densities of stream salmonids would be higher on PEI than they are in New Brunswick and Nova Scotia.

There are four types of information upon which to base an overall assessment of the impact of land use practices on PEI salmonids:

a) Data gathered on PEI. Such data have small sample sizes and limited temporal scope.

b) Direct observations by panel members and others. Such observations are based on large amounts of field experience and go back several decades, but they are not quantitative.

c) Comparisons with salmonid densities in New Brunswick and Nova Scotia.

d) The international literature on land use effects on salmonids.

These information sources, when viewed as a whole, indicate that past and present land use practices have had and continue to have a substantial negative effect on salmonid populations in PEI. These effects are most heavily felt on Atlantic salmon. Despite intensive stocking programs, this species has not re-established substantial natural production in any PEI river except the Morell. The most likely explanation for the failure of Atlantic salmon to re-colonize rivers in which they were formerly abundant is that land use practices, particularly those resulting in sediment deposition, have rendered the habitat unsuitable for this species.

Shellfish

Habitats used by shellfish in PEI estuaries are altered by inputs of sediment, faecal coliforms, and nutrients. Sediment deposition chiefly affects oysters, because soft sedimented bottoms cause slow growth and misshapen shells which reduce market value.

Many shellfish grounds on PEI are closed to direct harvest due to faecal coliforms. Livestock wastes produce high faecal coliform counts in streams to which livestock have access, but the effect of livestock inputs on faecal coliform concentrations in estuaries has not been determined.

Nitrogen and phosphorus of land use origin promote growth of phytoplankton in estuaries and bays, which benefits cultured mussels. Nutrients of land use origin also promote excessive growth of sea lettuce, which leads in some cases to anoxic conditions that kill local shellfish beds.

Ranking of impacts

Available data are insufficient to quantify the effects of inputs from land use practices on the aquatic resources of PEI. For this reason a formal ranking of the relative importance of the various effects is not possible at this time.

Impacts of land use on aquatic resources depend on land use patterns in local watersheds. These patterns vary considerably. Hence the relative importance of the various impacts is likely to be heterogeneous across the province.

Mitigation

Reduction of soil loss from potato cultivation can be achieved by three year crop rotations, cross-slope plowing, strip cropping, terracing, fall mulching, and other techniques. Integrated application of these and other erosion control techniques substantially reduces soil loss from fields and sediment input into watercourses. Expert advice on conservation-based soil management is available to growers through programs sponsored by the PEI government.

Recent pesticide-induced fish kills on PEI are associated with run-off from potato fields after rainfalls. Because erosion control techniques for potato cultivation are designed to minimize rapid surface run-off, these techniques also reduce risk of fish kills by pesticides.

Negative effects of livestock access to streams can be reduced by fencing. Unfenced streams are commonly used as a water source for livestock. There are a variety of means by which livestock can be watered without allowing them direct access to the stream.

There are broadly based efforts involving government and agricultural and conservation non-governmental organizations (NGOs) to induce land users to adopt practices that will reduce inputs into watercourses. Due at least in part to these campaigns, there has been a gradual expansion of conservation-based farming practices, including erosion prevention techniques in potato cultivation and stream fencing by livestock operators. However, there are still numerous land users whose practices remain unchanged.

Conservation NGOs have made major efforts to reduce effects of sediment inputs and improve salmonid habitats through instream techniques including sediment traps, digger logs, and angled gabions. No province-wide data on the physical and biological effects of such interventions are available. However, on the basis of their experience in PEI streams, panel members felt that improvements brought about by these efforts are very small in relation to continued sediment inputs due to land use practices.

Federal and provincial legislation prohibits the degradation of fish habitat through physical alteration or the introduction of harmful substances. There has been little enforcement of this legislation with respect to the introduction of sediment, pesticides, and animal wastes into PEI watercourses.

Conclusions

- Land use practices since the beginning of European settlement have contributed very large quantities of sediment to PEI streams and estuaries, greatly altering these habitats.
- Agriculture, forestry, roads, and commercial development continue to contribute large quantities of sediment to PEI streams and estuaries.
- Streams flowing through potato growing areas commonly contain a variety of pesticides in low concentrations. Occasional high concentrations produce fish kills. There were eight pesticide-related kills in 1999.
- Land use practices exert a substantial negative effect on salmonids, particularly on Atlantic salmon, which have been extirpated from most PEI streams and which are reduced to remnant populations in all others (except those which are artificially stocked).
- Estuarine sedimentation due to land use practices reduces the productivity of oyster beds and increases production costs.
- Nutrients of land use origin appear to be a major contributor to the growth of phytoplankton eaten by cultured mussels.
- Streams to which livestock have access often have high concentrations of faecal coliform

bacteria and many shellfish grounds that are adjacent to farmland are closed due to coliform contamination. However the source of contamination in such areas has not been established.

- Inputs of sediment, pesticides, and animal wastes into streams can be substantially reduced by adopting conservation-based cultivation practices and by fencing livestock from streams.
- Federal and provincial legislation contains far-reaching powers to protect fish and fish habitat but there is little enforcement of these provisions with respect to inputs of sediment, pesticides, animal waste, and nutrients.
- Use of conservation-based land use practices is expanding, but there are also trends (increases in potato acreage, conversion of forest to cropland) which tend to increase inputs into watercourses.

Recommendations

- PEI-specific data on land use impacts on aquatic resources are very limited. To evaluate land use impacts where current understanding is insufficient and to guide mitigative efforts and rehabilitation of PEI's freshwater and estuarine fisheries resources, an integrated, coordinated, and long-term research program is required.

- Research should be directed towards:
  - monitoring the inputs of sediment, toxic chemicals, animal wastes including bacteria, and nutrients into PEI watercourses,
  - quantifying and modeling effects of these inputs on fish, shellfish, and their habitats,
  - establishing benchmarks to support enforcement of legislation, and
  - evaluating existing and devising new mitigative measures.

- Implementation of an effective program to mitigate the harmful effects of land use practices on PEI fisheries resources requires a broad consensus and buy-in by government agencies, community members and industry.

For more information:

Contact: David Cairns
Science Branch
Dept. of Fisheries and Oceans
P.O. Box 1236
Charlottetown, PEI
C1A 7M8

Tel: (902) 566-7825
Fax: (902) 566-7948
E-Mail:
cairnsd@dfo-mpo.gc.ca

References

Adams, J.D. Concentrations of faecal coliform bacteria in headwater streams in the Bedeque Bay and Cardigan Bay watersheds. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

Aggett, D., G. MacDougall, and L. Murphy. Acts, regulations, and policies pertaining to protection of aquatic environments on Prince Edward Island. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

Anon. 1999 Measuring our progress: soil conservation efforts of P.E.I. potato producers in the late 1990's. Video produced by the PEI Soil and Crop Improvement Association and the PEI Department of Agriculture and Forestry.

Cairns, D.K. Land use and aquatic resources of Prince Edward Island streams and estuaries - an introduction. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their

habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

Cairns, D.K. Substrate sedimentation and salmonid densities in Prince Edward Island streams. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

Caissie, D., and E. Arseneau. Substrate composition in the Morell River and other Maritime Province rivers: potential implications for Atlantic salmon fry emergence. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

Cunjak, R.A., D.L. Guignion, R.E. MacFarlane, and R. Angus. Survival of eggs and alevins of wild brook trout and Atlantic salmon in relation to fine sediment deposition. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.) (abstract).

Duffy, T.J. Livestock access to watercourses: issues and solutions. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

Gray, M.A., K.L. Teather, J. Sherry, M. McMaster, and R.E. Mroz. Endocrine disrupting potential in freshwater ecosystems near agricultural areas on Prince Edward Island. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

Landry, T. The potential role of bivalve shellfish in mitigating negative impacts of land use on estuaries. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

MacFarlane, R.E., B.M. Smith, and T.D. Dupuis. Physical watercourse enhancement on PEI: methods, extent, and effects on habitats and biota. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

MacNeill, S., and R.A. Curry. Abundance of juvenile brook trout and sediment in Prince Edward Island streams. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.) (abstract).

MacNeill, S., and R.A. Curry. Brook trout survival to emergence in relation to sediment in Prince Edward Island streams. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.) (abstract).

Meeuwig, J. Predicting estuarine eutrophication in Prince Edward Island from land use patterns. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.) (abstract).

Meeuwig, J.J. 1999. Predicting coastal eutrophication from land-use: an empirical approach to small non-stratified estuaries. Mar. Ecol. Prog. Ser. 176:231-241.

Meeuwig, J.J., J.B. Rasmussen, and R.H. Peters. 1998. Turbid waters and clarifying mussels: their moderation of empirical chl:nutrient relations in estuaries in Prince Edward Island, Canada. Mar. Ecol. Prog. Ser. 139-150.

Mutch, J.P., M. Savard, G. Julien, B. MacLean, B.G. Raymond, and J.A. Doull. Pesticides in water and sediment: monitoring vs. fish kill

investigations on Prince Edward Island. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

P. Lane and Associates Ltd. 1991. Sedimentation study of the Wilmot River estuary. Report on Project E-174 submitted to Environment Canada and the PEI Department of the Environment, Charlottetown.

Raymond, B.G. Nutrient and chlorophyll trends in PEI estuaries. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. (in prep.).

Saunders, J.W., and M.W. Smith. 1965. Changes in a stream population of trout associated with increased silt. J. Fish. Res. Board Can. 22:395-404.

Waters, T.F. 1995. Sediment in streams: sources, biological effects and control. Amer. Fish. Soc. Monogr. No. 7.

This report is available from the:

Maritimes Provinces
Regional Advisory Process
Department of Fisheries and Oceans
P.O. Box 1006, Stn. B203
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 4A2
Phone number: 902-426-7070
e-mail address: MyraV@mar.dfo-mpo.gc.ca

La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

Correct citation for this publication

DFO. 2000. Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. DFO Maritimes, Regional Habitat Status Report 2000/1E.

Effets des habitudes d'utilisation des terres sur les poissons et les mollusques ainsi que sur leurs habitats à l'Île-du-Prince-Édouard

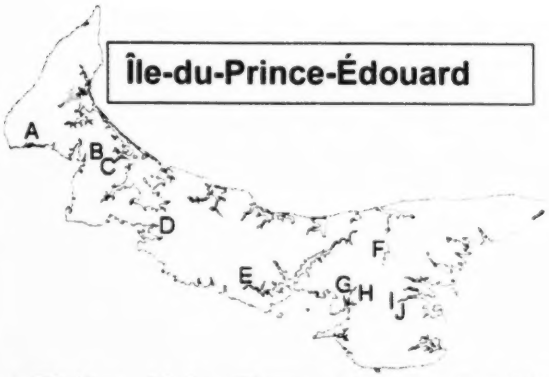
Renseignements de base

L'Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.) est la plus petite province du Canada. En raison de sa forme étroite et de son relief modérément accentué, ses rivières sont courtes et exemptes d'obstacles naturels. Le cours inférieur de la plupart de ces rivières a été inondé par les eaux montantes de l'après-Pléistocène, créant de vastes estuaires dont beaucoup débouchent sur de vastes baies peu profondes. Ces conditions sont propices à la production de mollusques et de poissons anadromes, dont les premiers colons européens signalaient l'abondance, notamment des moules, des myes, des huîtres, de l'éperlan, du gaspareau, de la truite et du saumon.

L'Île-du-Prince-Édouard était presque entièrement couverte de forêts à l'arrivée des Européens. C'est au XVIII^e siècle qu'on a commencé le défrichage des terres pour l'agriculture, qui s'est intensifié au siècle suivant. En 1900, les forêts n'occupaient plus que 31 % de la superficie de l'île. Au début du XX^e siècle, on abandonna de nombreux champs de culture, qui purent alors être regagnés par la forêt. En 1990, 49 % de la superficie de la province étaient boisés, par une proportion à peu près égale de feuillus, présents surtout sur les terres qui n'ont jamais été cultivées, et de résineux, qui poussent en majeure partie sur d'anciennes terres agricoles.

L'Île-du-Prince-Édouard est la province du Canada à plus forte densité de population. L'activité anthropique associée à la présence de cours d'eau et d'estuaires à fort potentiel de production y a occasionné des conflits d'utilisation des ressources. La couleur rouge que revêtent la plupart des rivières de l'île après la pluie est un signe très visible de l'interaction entre l'utilisation des terres et les ressources aquatiques. Les impacts des utilisations des terres sur les ressources aquatiques sont très visibles dans l'île, où les gestionnaires des ressources et le public s'inquiètent vivement des effets des sédiments, des produits chimiques toxiques et de l'accès du bétail aux cours d'eau sur les ressources des eaux douces et des estuaires ainsi que des conséquences de l'apport de matières nutritives sur la biote estuarienne.

Les termes suivants sont utilisés dans le présent rapport :
Cours d'eau - comprend les rivières, les ruisseaux, les étangs et les estuaires.
Aquatique – se rapporte aux eaux douces, aux eaux saumâtres et aux eaux salées.



A-Rivière Little Pierre Jacques, B-Rivière Enmore, C-Ruisseau Ellerslie, D-Rivière Wilmot, E-Rivière West, F-Rivière Morell, G-Rivière Seal, H-Rivière Vernon, I-Rivière Montague, J-Rivière Valleyfield.

Sommaire

- Les habitudes d'utilisation des terres agricoles aboutissent à des apports majeurs de sédiments, de pesticides, de déchets animaux et de matières nutritives dans les cours d'eau et les estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard. La construction et l'entretien des routes, les opérations forestières et l'aménagement paysager contribuent aussi à la sédimentation des cours d'eau.

- La sédimentation a des effets néfastes sur les populations de salmonidés de l'Île-du-Prince-Édouard, en particulier de saumon de l'Atlantique.

- Les pesticides utilisés dans la culture de la pomme de terre occasionnent des mortalités massives de poissons dans les cours d'eau locaux. Huit cas de mortalités du genre ont été dénombrés en 1999.

- La sédimentation occasionnée par les habitudes d'utilisation des terres a aussi des

effets néfastes sur la production ostréicole. Elle n'a pas d'incidences connues sur les autres bivalves estuariens.

- Le bétail qui accède aux cours d'eau non clôturés y introduit des coliformes fécaux. Par ailleurs, la contamination par les coliformes occasionne la fermeture de nombreux secteurs coquilliers adjacents à des terres agricoles, mais on n'a pas établi l'origine de cette contamination.

- Les concentrations d'azote et de phosphore, qui sont des accélérateurs importants de la croissance des plantes aquatiques, ont augmenté considérablement dans les estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard depuis les années 1960. Les conditions anoxiques dues à la prolifération et à la mort subséquente de la laitue de mer (ulve) se répandent dans les estuaires de l'île.

- Les concentrations de chlorophylle dans les estuaires sont étroitement associées au nombre de terres agricoles que comprend le bassin hydrographique adjacent. Les matières nutritives d'origine terrestre semblent contribuer pour beaucoup à la croissance du phytoplancton consommé par les moules de culture.

- Les techniques d'utilisation des terres qui réduisent les apports dans les cours d'eau sont de plus en plus répandues à l'Île-du-Prince-Édouard. Toutefois, les habitudes de nombreux utilisateurs de terres restent inchangées et l'accroissement récent de la superficie des terres de culture de la pomme de terre ainsi que la conversion de terres boisées en terres agricoles ont accru le potentiel d'apports dans les cours d'eau. Sauf dans quelques rares cas, les lois fédérales et provinciales qui protègent les ressources aquatiques et leurs habitats n'ont pas été utilisées pour limiter ces apports.

- Un programme coordonné de recherche au sujet des effets de l'utilisation des terres sur les ressources aquatiques des cours d'eau et des estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard est nécessaire pour surveiller, modéliser et quantifier les impacts, établir des points de référence pour l'application des lois et guider les mesure d'atténuation des impacts et de réhabilitation.

- Il est aussi nécessaire d'en arriver à un vaste consensus de la communauté, de l'industrie et du gouvernement pour établir un programme efficace de réduction des apports dus à l'utilisation des terres qui nuisent aux ressources aquatiques de l'Île-du-Prince-Édouard.

Introduction

Les inquiétudes des scientifiques et du public au sujet des effets des habitudes d'utilisation des terres sur les ressources halieutiques des rivières et des estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard ont amené la Direction des sciences du ministère des Pêches et des Océans et le ministère de la Technologie et de l'Environnement de l'Île-du-Prince-Édouard à tenir une réunion afin d'examiner les données scientifiques dont on dispose à ce sujet. Cette réunion a eu lieu à Charlottetown du 6 au 10 décembre 1999.

Le panel constitué pour la réunion comprenait 34 spécialistes oeuvrant dans les domaines de l'ichtyiobiologie, de la biologie des mollusques, de l'écologie des estuaires, de l'hydrologie, de la toxicologie, de la technique des sols, de l'application de la loi et de la gestion des ressources naturelles. Il englobait aussi la majorité des scientifiques qui ont effectué des recherches sur les cours d'eau et les estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard ces dernières années. La réunion était publique et l'assistance a pris part aux délibérations.

Les participants à la réunion ont examiné les effets de la sédimentation, des produits

chimiques toxiques, du bétail et de ses déchets ainsi que de l'apport de matières nutritives sur le poisson, sur les mollusques et sur leurs habitats à l'Île-du-Prince-Édouard, en cherchant à répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont la nature et l'étendue des modifications physiques, chimiques et biologiques des cours d'eau de l'île occasionnées par les habitudes d'utilisation des terres?
- Quels sont les effets de ces modifications et apports sur les ressources halieutiques de ces cours d'eau?
- Quelle est l'importance relative de ces modifications et apports dans les effets néfastes subis par les ressources halieutiques?
- Quelle recherche est nécessaire pour comprendre les impacts et cerner les mesures correctives pertinentes?
- Quelles mesures pourrait-on prendre pour réduire les impacts néfastes des habitudes d'utilisation des terres sur les ressources halieutiques de l'Île-du-Prince-Édouard?

Tendances d'utilisation des terres

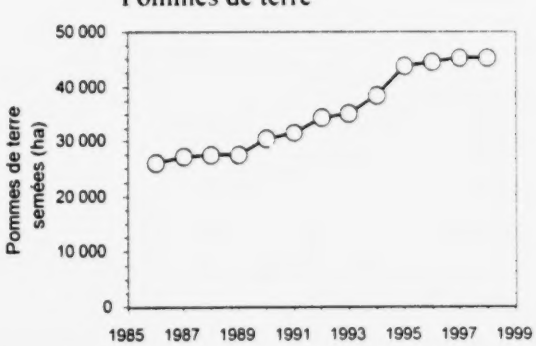
L'Île-du-Prince-Édouard a une superficie totale de 5 660 km^2. En 1999, elle comptait 138 000 habitants, soit 24,3 personnes/km^2, ce qui constitue la plus forte densité de population de toutes les provinces, et qui est bien supérieure à la densité générale de population du Canada, chiffrée à 3,1 personnes/km^2.

En 1990, soit la dernière année pour laquelle on dispose de données, 49 % de la superficie de l'île étaient boisés. Il n'y a pas de forêts vierges à l'Île-du-Prince-Édouard et tous les boisés ont été soumis à un degré d'exploitation quelconque. Dans les années 1990, l'exploitation forestière a connu une reprise en raison des prix élevés du bois et aussi du défrichage de terres destinées à la culture des pommes de terre et des bleuets. La production de bois et de produits dérivés est passée de 411 000 m^3 en 1991 à 643 000 m^3 en 1995, niveau considéré non viable par la Division des forêts du ministère de l'Agriculture et des Forêts de l'Île-du-Prince-Édouard.

Depuis le XIX^e siècle l'économie agricole de l'Île-du-Prince-Édouard a été fondée en partie sur l'élevage du bétail (essentiellement bovins laitiers, bovins de boucherie et porcs) et sur les cultures agricoles (pommes de terre, céréales, fourrage). Le nombre de fermes a sensiblement diminué, après avoir culminé à environ 14 000 en 1900. Il est tombé à 3 154 en 1981, puis à 2 217 en 1996. Cette diminution s'est accompagnée d'importants accroissements de la superficie des fermes et de l'exploitation de terres louées.

Les pommes de terres sont cultivées couramment en rotation avec d'autres cultures. À l'heure actuelle, entre 103 000 et 115 000 ha de terres de l'île sont en culture de rotation avec la pomme de terre. Cela représente de 18 à 20 % environ de la superficie terrestre totale de l'île. De 55 à 62 % des terres en culture de rotation sont utilisées pour produire des pommes de terre tous les trois ans, de 36 à 44 % sont utilisées pour produire des pommes de terre tous les deux ans et de 1,5 à 2 % servent à la culture de la pomme de terre trois années de suite. La superficie semée en pommes de terre est passée de 28 733 ha en 1985 à 45 325 ha en 1998.

Pommes de terre



Quatre-vingt-un pour cent des terres cultivées à l'Île-du-Prince-Édouard sont considérées par Agriculture et Agro-alimentaire Canada comme des terres à haut risque d'érosion par l'eau; l'Île-du-Prince-Édouard est la seule province du

Canada où le risque d'érosion par l'eau a augmenté entre 1981 et 1991. Cette tendance est due à une augmentation de la superficie consacrée à la culture de la pomme de terre. De toutes les cultures produites à l'île, c'est celle de la pomme de terre qui est la plus intrusive pour l'environnement, pour les raisons suivantes : a) elle occasionne la ponction de grandes quantités de matière organique du sol; b) elle est pratiquée selon des méthodes qui dénudent le sol et le soumettent à un fort risque d'érosion pendant de longues périodes; c) elle attire un vaste éventail de parasites, qui sont en général combattus au moyen d'épandages intensifs de pesticides.

On ne dispose d'aucune évaluation fiable de la perte totale de sols agricoles à l'Île-du-Prince-Édouard. Toutefois, on estime que la perte habituelle de champs de pommes de terre cultivés selon les méthodes traditionnelles est de l'ordre de 10-20 tonnes/ha/an (1-2 kg/m^2/an). Cette perte peut être supérieure à 100 tonnes/ha/an (10 kg/m^2/an) dans des situations locales exceptionnelles. On estime qu'une forme quelconque de lutte efficace contre l'érosion est actuellement appliquée à environ 40 % des terres qui servent à la culture de la pomme de terre.

Par contraste avec l'expansion qu'a connue l'industrie de la pomme de terre, le secteur de l'élevage du bétail a été relativement stable ces dernières années. Le nombre de têtes de bétail a légèrement diminué depuis les années 1980.

Pêche et aquaculture

L'Île-du-Prince-Édouard est la province dont les débarquements de la pêche représentent le plus fort pourcentage provincial du produit intérieur brut. Les pêches reposant sur les habitats d'eau douce et les habitats estuariens emploient un bon nombre de pêcheurs dans l'île et jouent un grande rôle économique et culturel. L'importance des pêches estuariennes est habituellement exprimée par la valeur des débarquements officiellement déclarés. Or, de l'avis des observateurs de l'industrie et des biologistes qui travaillent dans ce secteur, les statistiques officielles sous-estiment notablement la quantité et la valeur réelle des débarquements de mollusques et de poissons estuariens.

Pêches de poisson

Actuellement, une vingtaine d'espèces de poisson frayent dans les rivières et estuaires de l'île. L'anguille, qui fraye dans le sud de l'Atlantique Nord, est aussi une habituée des cours d'eau de l'île. La plupart des poissons présents actuellement dans l'île sont des espèces indigènes. Le plus abondant des poissons non indigènes est la truite arc-en-ciel, dont des populations sont implantées dans diverses rivières. Par contraste avec la diversité d'espèces d'eau douce des provinces Maritimes voisines, on ne trouve que trois espèces de poisson vivant exclusivement en eau douce à l'Île-du-Prince-Édouard; leur distribution y est d'ailleurs très limitée.

Les débarquements déclarés d'anguille ont brusquement diminué, passant de 150-250 t dans les années 1980 à 11 t en 1996, ce qui correspond aux tendances à la baisse observées ailleurs dans le golfe du Saint-Laurent et dans le réseau hydrographique de ce fleuve. Au cours de la même période, les prises annuelles déclarées de gaspareau ont largement fluctué entre moins de 100 t et plus de 400 t. De la même manière, les débarquements déclarés d'éperlan ont varié entre moins de 100 t et plus de 300 t.

La pêche de la capucette, poisson qui vit dans les eaux côtières et les étiers, à l'Île-du-Prince-Édouard représente environ deux tiers des débarquements mondiaux de ce poisson. Les débarquements déclarés de capucette ont varié considérablement et atteint plus de 500 t, d'une valeur supérieure à 200 000 $.

Les principales pêches récréatives de l'île sont celles de l'omble de fontaine et du saumon atlantique. L'omble de fontaine est présente en populations auto-entretenues dans la plupart des cours d'eau de l'île. Selon ce qu'on rapportait

autrefois, le saumon atlantique était très répandu et abondant dans l'île, mais les remontes auto-entretenues sont choses du passé dans la plupart des cours d'eau. Les remontes de saumon sont maintenant alimentées par l'ensemencement de plusieurs grandes rivières, notamment la Morell. Le nombre de permis de pêche de l'omble de fontaine a chuté de 14 868 en 1980 à 12 072 en 1996. Quant aux ventes de permis de pêche du saumon, elles ont diminué elles aussi, passant de 793 en 1990 à 520 en 1998. Les dépenses directes dues à la pêche à la ligne des salmonidés à l'Île-du-Prince-Édouard en 1994 ont été estimées à 4,6 millions de dollars. La somme des dépenses directes et indirectes est chiffrée à 7 millions de dollars.

Pêches de mollusques

La mye est récoltée dans les baies et les estuaires, essentiellement à marée basse et au moyen d'outils manuels. La récolte déclarée de myes de 1981 à 1996 a diminué de façon irrégulière, oscillant entre 159 et 407 tonnes/an. La valeur des débarquements déclarés pour cette période se situait entre 173 000 et 705 000 $. Quant aux palourdes américaines, qui sont pour la plupart récoltées à la main dans la zone infralittorale, les débarquements déclarés étaient en général de l'ordre de 500 à 700 tonnes/an de 1981 à 1996. Leur valeur se situait entre 200 000 $ et 1,5 million de dollars.

Les huîtres font l'objet d'une récolte commerciale intensive à l'Île-du-Prince-Édouard depuis le XIX^{e} siècle. En 1915, une maladie, appelée maladie de Malpèque a fait son apparition et a fini par détruire la majorité des gisements d'huîtres de la province. Par la suite, une souche résistant à la maladie s'est développée, qui a repeuplé les gisements perdus. À l'heure actuelle, l'industrie ostréicole repose à la fois sur la pêche en terrain à découvert et sur l'élevage dans des concessions privées. On tente aussi d'élever des huîtres dans des paniers suspendus au-dessus du fond dans des eaux peu profondes. La contamination de certains des fonds d'élevage les plus importants par des coliformes fécaux a fait naître une pratique maintenant très répandue, soit celle qui consiste à « reparquer » les huîtres contaminées en eau saine jusqu'à ce qu'elles soient propres à la consommation humaine (dépuration). De 1981 à 1996, la production ostréicole déclarée variait entre 870 et 1 891 tonnes/an, d'une valeur oscillant entre 1 et 3,8 millions de dollars.

Dans les années 1970 et 1980, on a élaboré des méthodes de culture de la moule bleue, qui étaient adaptées aux eaux de la province, partiellement recouvertes de glace en hiver. Du naissain sauvage est capturé sur des collecteurs, puis transféré dans des boudins suspendus à des filières immergées sous le niveau de glace en hiver. La mytiliculture nécessite une bonne profondeur d'eau (au moins 4 m); elle est donc essentiellement concentrée dans les baies et les estuaires du centre et de l'est de l'île, où les eaux sont en général plus profondes. La production de moules a considérablement augmenté depuis ses débuts, atteignant 8 819 t, d'une valeur de 10,7 millions de dollars, en 1996.

Valeur totale des pêches

La valeur annuelle totale des débarquements commerciaux déclarés d'espèces estuariennes et des dépenses des pêcheurs sportifs à l'Île-du-Prince-Édouard s'élève à plus de 20 millions de dollars, dont environ la moitié est imputable à la mytiliculture. Tel qu'indiqué précédemment, la valeur réelle des débarquements est peut-être supérieure à la valeur déclarée. L'activité économique totale générée par l'exploitation des poissons et mollusques des estuaires et des eaux douces de l'île est beaucoup plus élevée que la valeur des débarquements, en raison des multiplicateurs économiques.

Réglementation contextuelle

Les gouvernements fédéral et provincial disposent de divers outils pour assurer, promouvoir et faire respecter la protection des poissons et des mollusques ainsi que de leurs habitats, qui s'agisse de matériel didactique, de

financement, d'aide technique, de recherche ou de lois et règlements.

Aux termes de la *Loi constitutionnelle*, le gouvernement fédéral a le pouvoir législatif de gérer et réglementer les pêches maritimes côtières et les pêches intérieures au Canada. La Cour suprême du Canada a reconnu au gouvernement fédéral et au gouvernement provincial le pouvoir commun de réglementer la protection de l'environnement.

Le gouvernement fédéral exerce son mandat de protection des poissons, mollusques et crustacés, et de leurs habitats au moyen de la *Loi sur les pêches*. Les dispositions de la *Loi sur les pêches* qui concernent la protection de l'environnement sont co-administrées par le ministère des Pêches et des Océans et par Environnement Canada. Le ministère des Pêches et des Océans administre les dispositions de cette loi qui s'appliquent à la protection de l'habitat du poisson. Celle de ces dispositions qui est le plus souvent appliquée, soit l'article 35, interdit la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson. Quant à Environnement Canada, il administre l'article 36 de la *Loi sur les pêches*, qui interdit d'immerger ou de rejeter une substance nocive dans des eaux où vivent des poissons. Substance nocive s'entend de toute substance nuisible pour le poisson ou son habitat ou qui empêcherait l'utilisation du poisson par les humains (« poisson » comprenant aussi les mollusques).

Le gouvernement fédéral, par l'entremise d'Environnement Canada, administre aussi la *Loi sur les produits antiparasitaires* et la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*.

Le gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard s'acquitte de son mandat de protection de l'environnement au moyen de plusieurs lois, dont la *Environmental Protection Act*, la *Natural Areas Protection Act*, la *Wildlife Conservation Act*, la *Recreational Development Act*, la *Planning Act* et la *Pesticide Control Act*.

À l'Île-du-Prince-Édouard, les autorités fédérales et provinciales réglementent conjointement les travaux exécutés au sein ou à proximité des cours d'eau par l'entremise d'un seul processus de présentation et d'autorisation administré par la province en vertu de sa *Environmental Protection Act*. Des mécanismes de cogestion identiques sont en place au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse.

Sédimentation

Transport et dépôt

La quantité de sédiments charriée dans les cours d'eau et les estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard depuis l'implantation des Européens n'a pas été mesurée de façon systématique. La perte de sols due aux champs de culture, elle-même mal connue, ne se traduit pas directement par un flux de sédiments vers les cours d'eau, car ce n'est pas tout le produit de l'érosion des sols qui atteint les cours d'eau. Dans l'estuaire de la rivière Wilmot, des échantillons carottés et l'examen de cartes anciennes révèlent que de 2 à 5 m de sédiments ont été déposés entre 1765 et 1841. Les sédiments déposés subséquemment ont rempli les chenaux et réduit encore la profondeur des eaux dans l'estuaire. L'Île-du-Prince-Édouard était un grand centre de construction navale au XIX^{e} siècle. Dans un bon nombre des voies navigables d'où ont été lancés des navires de haute mer, la hauteur d'eau à marée basse ne suffit plus à faire flotter un canot.

On dispose de données sur la composition du substrat de quelques rivières de l'île. Les sédiments fins composent en moyenne de 28 à 33 % des fonds observés dans la Morell, qui est la plus importante rivière de pêche à la ligne à l'Île-du-Prince-Édouard. Les fines mélangées à d'autres types de substrat couvrent en moyenne 42 % des fonds de la Morell et 63 % des fonds d'autres rivières.

Rivière	Type de mesure*	Pourcentage de fines		
		Moyenne	E-T	Lieux
Morell (Î.-P.-É.)	Prélèv. de fond	33,3	14,2	9
Morell (Î.-P.-É.)	Visuelle, fines pures	28,1	23,7	14
Morell (Î.-P.-É.)	Visuelle, fines mixtes	42,1	28,7	14
Autres rivières (Î.-P.-É.)	Visuelles, fines pures	35,0	30,7	20
Autres rivières (Î.-P.-É.)	Visuelle, fines mixtes	63,0	30,2	20
R. Pt.Wolfe (N.-B.)	Prélèv. de fond	5,0	0,5	1
Ruisseau Catamaran (N.-B.)	Prélèv. de fond	13,4	1,4	1

*Dans les prélèvements de fond, on a mesuré la composition particulaire par tamisage. Dans les mesures visuelles, on a déterminé la composition particulaire à la surface du lit à des points de grille. Les fines pures représentent un type de fond sur lequel on n'a trouvé que des sédiments fins et les fines mixtes un type de fond contenant des fines et des particules d'une autre taille (p. ex. fines/gravier ou fines/galets).

Les prélèvements de fond, mais non les observations visuelles, dénotent le remplissage des graviers du substrat par les sédiments fins. Toutefois, ces prélèvements n'étaient pas représentatifs de l'ensemble de la rivière considérée, parce qu'ils ont été effectués au sommet des rapides, où la vitesse élevée de l'eau peut avoir tendance à chasser les particules fines du substrat. On ne dispose pas de mesures pour les régions d'agriculture intensive dont les rives des cours d'eau ne sont pas protégées par un écran de végétation. Selon des indications anecdotiques de membres du panel et d'observateurs, les fonds des cours d'eau dans ces régions peuvent être recouverts de dépôts de sédiments fins semblables à ceux d'une dune, entièrement dépourvus de gravier ou de plus grosses particules.

Aux données quantitatives limitées dont on dispose sur le dépôt de sédiments dans des cours d'eau s'ajoutent les observations visuelles recueillies par des membres du panel pendant des milliers d'heures de travaux sur le terrain dans les cours d'eau de l'Île-du-Prince-Édouard et des provinces voisines de Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick. Ces observations révèlent que la sédimentation touchent pratiquement tous les cours d'eau de l'île et que la proportion de fonds recouverts de sédiments fins est en général beaucoup plus élevée dans l'île que dans les provinces voisines.

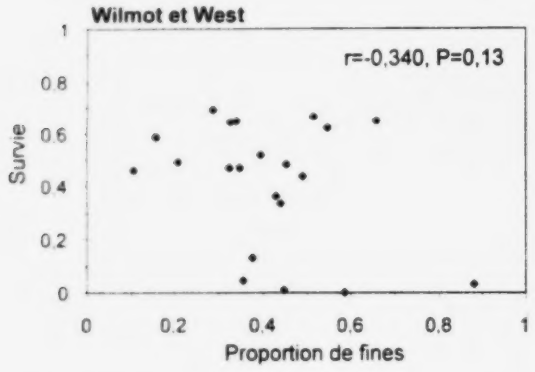
Les sédiments en suspension dans les cours d'eau de l'Île-du-Prince-Édouard sont facilement visibles parce que l'eau prend la couleur rouge du sol. La plupart des rivières, en particulier celles qui se trouvent dans des régions très cultivées, virent au rouge pendant et après les chutes de pluie. Les concentrations de sédiments en suspension pendant les chutes de pluie peuvent dépasser les 20 000 mg/L.

On manque de données quantitatives sur les sources d'apport sédimentaire. Toutefois, les observations visuelles par les membres du panel révèlent que l'agriculture (en particulier la culture des pommes de terre), les opérations forestières, la construction et l'entretien des routes et les modifications du paysage dues à l'utilisation urbaine et commerciale de l'espace sont les principales sources de sédiments.

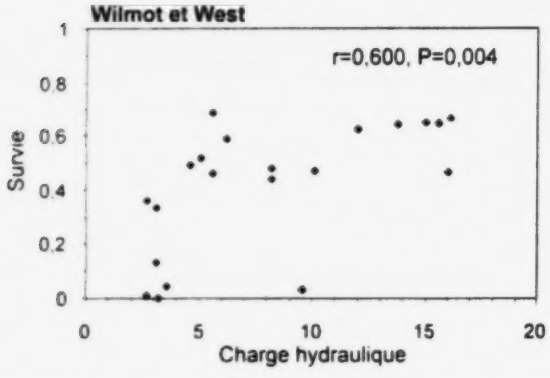
Effets sur les poissons

Une littérature internationale abondante démontre que les sédiments déposés et suspendus ont des effets négatifs sur tous les stades biologiques des salmonidés des cours d'eau. Les sédiments suspendus ont notamment comme effets principaux de nuire à l'alimentation et aux fonctions des branchies des poissons. Quant aux sédiments déposés, ils occasionnent notamment une diminution du succès de reproduction - faute d'oxygénation des oeufs en incubation - l'enfouissement des alevins éclos, une production réduite des invertébrés servant de nourriture, le remplissage des espaces interstitiels et des fosses, qui servent d'abris, les premiers aux juvéniles et les seconds aux adultes.

Les principales espèces de salmonidés présentes dans les rivières de l'Île-du-Prince-Édouard sont l'omble de fontaine et le saumon atlantique. Dans les rivières Wilmot et West, on n'a pu établir de corrélation significative entre la survie jusqu'à l'émergence des oeufs et alevins d'omble de fontaine et la proportion de fines dans le nid de fraye.



À l'Île-du-Prince-Édouard, l'omble de fontaine fraye communément dans les remontées d'eau des nappes souterraines au fond des cours d'eau. Ces remontées d'eau s'infiltrent à travers les nids de fraye, même si ces derniers contiennent une forte proportion de fines qui empêchent la pénétration de l'eau de la rivière. Dans le cas des rivières Wilmot et West, on a établi une corrélation positive entre la survie jusqu'à l'émergence et la charge hydraulique, mesure de la force de la remontée d'eau.



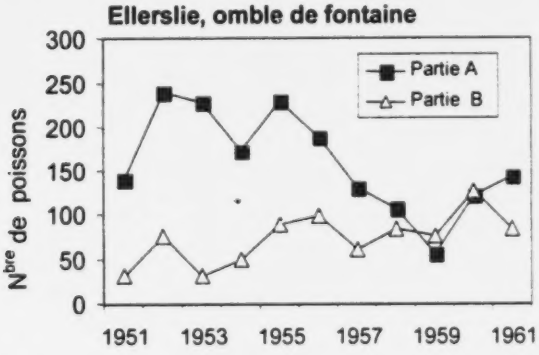
Des oeufs d'omble de fontaine incubés dans des paniers grillagés dans le lit de la Morell ont accumulé de grandes quantités de sédiments fins (moyenne de 1,012 g par panier de 5,3 L). En moyenne, la survie jusqu'à l'émergence était de 14 %, et on n'a pas établi de corrélation significative entre cette dernière et la quantité de sédiments fins accumulés. La survie jusqu'à l'émergence semblait plutôt liée à la présence d'infiltrations provenant de la nappe d'eau souterraine.

Ces résultats et des études réalisées ailleurs semblent indiquer que l'omble de fontaine utilise les infiltrations de sources souterraines pour réduire la mortalité des oeufs due à la mauvaise oxygénation des sites envahis par les sédiments. Toutefois, des observations réalisées dans la West et dans la Wilmot ont révélé que les infiltrations d'eau en provenance de la nappe souterraine n'étaient pas suffisantes pour tous les frayeurs, ce qui a forcé certains ombles de fontaine à frayer dans des zones à forte concentration de sédiments. De plus, le succès de reproduction des poissons qui frayaient dans des lieux comportant des proportions relativement basses de fines n'étaient pas assuré, car les crues nivales déposaient souvent des couches épaisses de sédiments sur des fonds qui en avaient été auparavant exempts pendant la fraye automnale.

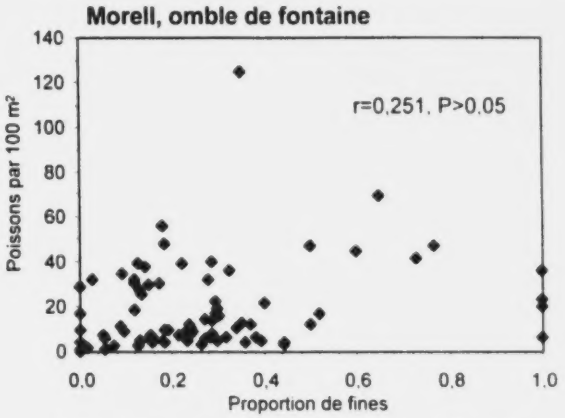
On ne peut déterminer précisément dans quelle mesure la sédimentation nuit à la reproduction de l'omble de fontaine à l'Île-du-Prince-Édouard en l'absence de données sur les infiltrations provenant de la nappe souterraine pour l'ensemble de la province. On ne dispose pas non plus de données à l'échelle de la province en ce qui concerne les qualités des eaux de la nappe souterraine qui sont essentielles à la survie des oeufs et des alevins (oxygène dissous, supersaturation en gaz).

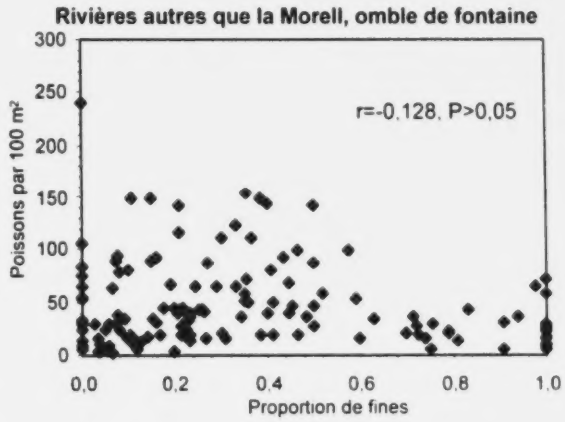
Il existe des études antérieures et des études récentes sur la relation entre la sédimentation et les densités d'ombles de fontaine juvéniles en été. Dans le ruisseau Ellerslie, le nombre

d'ombles de fontaine a diminué de 1955 à 1959 dans un tronçon du ruisseau (partie A) ayant fait l'objet d'un dépôt de sédiments exceptionnellement important pendant cette période. Le nombre de truites a atteint son point le plus bas en 1959, après que les sédiments provenant de travaux d'entretien des routes aient recouvert le lit du ruisseau; il s'est amélioré l'année suivante, après le retrait d'une bonne partie de ces sédiments par les crues nivales. Dans un autre tronçon du ruisseau (partie B), où la quantité de sédiments de fond diminuait à la suite de la conversion de terres de culture en pâturage, le nombre d'ombles de fontaine a été en général à la hausse dans la série chronologique.



On a mesuré les densités d'ombles de fontaine juvéniles par électropêche dans la rivière Morell et dans cinq autres rivières de l'île. On n'a pas établi de corrélation significative entre ces densités et la proportion de fonds couverts de fines, que ce soit pour la Morell ou pour les autres rivières.





Dans les rivières Wilmot et West, la densité des juvéniles 0+ était considérablement plus élevée dans les endroits à faibles sédiments que dans ceux où les sédiments abondaient (2,59 et 2,03 poissons/m^3 respectivement; t=2,6, P=0,01, df=70).

Les membres du panel et des observateurs ont noté l'absence ou la quasi-absence de poissons dans les dépôts de sédiments comparables à ceux des dunes qui ont été observés dans certains tronçons des cours d'eau de zones d'agriculture intensive. On ne dispose pas de données quantitatives d'électropêche pour ces habitats.

En hiver, les ombles de fontaine juvéniles sont beaucoup moins actifs et ont grand besoin de s'abriter. On n'a pas recueilli à l'Île-du-Prince-Édouard de données qui permettraient de déterminer si le remplissage des particules des

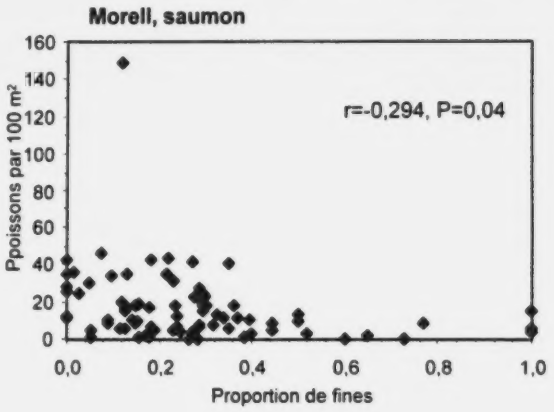
lits de cours d'eau par les sédiments fins limite la survie hiémale.

L'omble de fontaine adulte utilise les fosses pour s'abriter en été comme en hiver. Les sédiments ont rempli de nombreuses fosses dans les cours d'eau de l'île. On n'a pas déterminé si l'omble de fontaine est apte à éviter les effets négatifs de la perte de l'habitat des fosses en utilisant d'autres abris.

À l'Île-du-Prince-Édouard, comme ailleurs, le saumon atlantique fraye généralement sur les crêtes d'amont des rapides. Contrairement à l'omble de fontaine, il n'a pas de prédilection dans le choix de ses frayères pour les lieux d'infiltrations provenant de la nappe souterraine. Des prélèvements de fond effectués dans les crêtes d'amont de la Morell contenaient en moyenne 33,3 % de sédiments fins (voir ci-dessus la partie sur le transport et le dépôt).

Des oeufs de saumon atlantique placés dans des paniers d'incubation dans la Morell avaient une survie moyenne jusqu'à l'émergence de 12,6 %. L'accumulation moyenne de sédiments fins était de 636 g par panier, mais il n'y avait pas de corrélation significative entre la survie à l'émergence et le dépôt de sédiments. La survie jusqu'à l'émergence d'oeufs de saumon placés dans des paniers similaires dans le ruisseau Catamaran, au Nouveau-Brunswick, était de 61,5 %. Ces paniers ont accumulé une charge moyenne de 127 g de sédiments fins.

On a établi une corrélation négative entre les densités de saumon atlantique juvénile et la proportion de sédiments fins sur le fond de la rivière Morell. Toutefois, cela ne signifie pas nécessairement que les sédiments font baisser les populations de saumon, car le saumon juvénile préfère les eaux à écoulement rapide qui tendent à emporter les sédiments. fins.



Comme l'omble de fontaine, le saumon atlantique a besoin en hiver d'abri pour se protéger pendant cette période de faible activité. Les grandes cavités présentes sous les grands galets et les blocs rocheux servent à abriter les plus vieux tacons. On n'a pas étudié les effets du remplissage de ces habitats sur le saumon atlantique à l'Île-du-Prince-Édouard. Le saumon atlantique adulte a besoin de fosses tant l'hiver que l'été et, comme il est plus gros que l'omble de fontaine, il est probablement moins apte que celui-ci à trouver d'autres abris si les fosses sont comblées par les sédiments.

L'étude des effets de l'utilisation des terres sur le saumon atlantique est problématique parce que dans la plupart des cours d'eau de l'île il n'y a plus de saumon à étudier. Pendant de nombreuses années, les cours d'eau qui étaient le siège de grandes remontes de saumon au début de la colonisation par les Européens ont été ensemencés de saumoneaux d'élevage élevés dans des conditions semi-naturelles. Les programmes d'ensemencement ne sont cependant pas parvenus à rétablir une bonne production naturelle dans toutes les rivières, sauf dans la Morell qui a une modeste production de juvéniles. Les données limitées dont on dispose sur les effets de l'utilisation des terres portent sur cette rivière.

Effets sur les mollusques

Le naissain d'huître préfère se fixer sur les substrats fermes; il parvient mal à s'implanter sur

les fonds mous. Les huîtres ont tendance à s'enfoncer dans ces derniers et développent des coquilles allongées pour continuer d'avoir accès à la colonne d'eau. Cette forme de coquille réduit la valeur commerciale des huîtres. En raison du remplissage des estuaires par les sédiments mous, l'industrie ostréicole, en coopération avec les gouvernements, a mis en place de coûteux programmes à grande échelle afin de ramener à la surface les vieilles coquilles et de laisser un substrat convenant à l'élevage des huîtres. De telles initiatives ne seraient pas nécessaires si les estuaires n'étaient pas largement remplis par les sédiments.

Les myes et les palourdes américaines vivent sur des fonds couverts de sédiments et on ne comprend pas bien les effets des dépôts sédimentaires sur ces mollusques. Quant aux moules, elles sont élevées au-dessus du fond dans des eaux relativement profondes et la mytiliculture ne semble pas actuellement souffrir des dépôts sédimentaires. Toutefois, les sédiments en suspension augmentent les coûts de la transformation des moules, puisqu'il faut retirer les sédiments de ces moules avant de les commercialiser.

Limitation de l'apport en sédiments

On ne peut pas arrêter entièrement l'érosion des sols, mais on encourage actuellement diverses façons de faire qui réduisent l'apport de sédiments dans les cours d'eau. En agriculture (particulièrement dans la culture de la pomme de terre), on recourt notamment aux rotations de culture sur trois ans, au labourage de printemps, à la culture en pente transversale, aux voies d'eau gazonnées, à l'aménagement de terrasses, à la culture en bandes, à la gestion des résidus, au paillage en automne, à l'implantation de plantes couvre-sol d'hiver et à la culture en couloirs. De meilleures méthodes d'exploitation forestière et de construction des routes peuvent aussi réduire considérablement les apports dans les cours d'eau. Les zones tampons riveraines diminuent également l'introduction de sédiments d'origine agricole et forestière dans les cours d'eau.

Produits chimiques toxiques

Effets des pesticides

De 1994 à 1999, l'Île-du-Prince-Édouard a connu 12 mortalités massives de poissons, dont on sait ou dont on soupçonne qu'elles ont été causées par des pesticides. Huit d'entre elles sont survenues en 1999, dont une de grande envergure dans la rivière Valleyfield, qui est une importante rivière de pêche sportive. On ne sait pas au juste si le grand nombre de mortalités déclarées en 1999 était une aberration aléatoire. En général, le phénomène s'est produit après de fortes chutes de pluie, une mortalité complète étant survenue en aval d'un point d'entrée des eaux de ruissellement d'un champ de pommes de terre. On ne sait pas dans quelle mesure la vie aquatique au-delà de la zone de la mortalité a subi des effets sublétaux de toxicité directe ou de perturbation du système endocrinien.

Les mortalités ont en général été connues quand des pêcheurs à la ligne, des agents de conservation ou des passants signalaient la présence de poissons morts. Il est donc possible que d'autres mortalités, en particulier à petite échelle, aient pu survenir sans que les enquêteurs le sachent.

On a étudié les effets des pesticides sur la vie aquatique à l'Île-du-Prince-Édouard en surveillant les concentrations de pesticides dans des cours d'eau situés dans une zone de culture de la pomme de terre et en mesurant les concentrations de pesticides dans l'eau après une mortalité massive de poissons.

Dans 60 échantillons d'eau prélevés dans le cadre du programme de surveillance de 1996 à 1999, on a détecté 169 occurrences de pesticide. Environ 75 % des échantillons contenaient un ou plusieurs pesticides. Douze pesticides ont été détectés, dont le métalaxyl (dans 42 échantillons sur 42), la métribuzine (dans 38 échantillons sur 42), l'atrazine (dans 6 échantillons sur 7), le carbofuran (dans 5 échantillons sur 7) et l'endosulfan (dans 8 échantillons sur 42). Un seul

pesticide (le chlorothalonil, 1,34 partie par 10^9) était présent en concentration supérieure à la valeur indiquée (0,18 partie par 10^9) pour ce pesticide dans la Fresh Water Aquatic Life Guideline (FWALG). Toutes les concentrations de pesticide décelées étaient bien inférieures aux valeurs CL 50 en 96 h applicables à la truite arc-en-ciel (La CL 50 est la concentration de pesticide qui tue 50 % de l'échantillon après 96 heures d'exposition).

Les échantillons prélevés dans des lieux de mortalité massive en 1999 contenaient des concentrations de pesticides supérieures à celles qui ont été relevées dans le programme de surveillance. En un point d'un cours d'eau, on a trouvé de l'azinphos-méthyl en concentrations égales à la valeur CL50 applicable à la truite arc-en-ciel. Les concentrations de deux autres pesticides dans le cours d'eau (chlorothalonil et endosulfan) étaient supérieures aux valeurs de la FWALG. Les concentrations d'azinphos-méthyl, de chlorothalonil et d'endosulfan échantillonnées dans des mares situées en amont des cours d'eau dépassaient les valeurs CL50.

Des échantillons d'eau de source filtrant à travers des nids de fraye de l'omble de fontaine au printemps 1997 (avant l'épandage de pesticides pour l'année en question) contenaient du méthamidophos, du métribuzin, et du métalaxyl. Les concentrations de métribuzin et de métalaxyl étaient bien inférieures aux valeurs de la FWALG, mais celle de méthamidophos (60 ng/l) était 263 fois plus élevée que la concentration létale signalée pour les crustacés aquatiques.

Effets des produits chimiques qui perturbent le système endocrinien

On s'est inquiété de plus en plus du déversement de produits chimiques qui perturbent le système endocrinien dans l'environnement. Ces produits peuvent être utilisés en agriculture et l'Île-du-Prince-Édouard est à cet égard une région vulnérable puisque la plupart des terres défrichées dans cette province servent à l'agriculture.

On a observé des changements notables dans le testostérone en circulation chez des truites arc-en-ciel enfermées dans des cages placées dans des cours d'eau, mais ce changement ne dénotait pas de tendance claire par rapport au risque présumé d'exposition à des pesticides. Des embryons de medaka exposés aux sédiments des lieux d'implantation de cages dans des zones d'agriculture intensive ont connu une mortalité plus élevée et une période d'incubation plus longue que d'autres embryons de medaka exposés à des sédiments provenant de zones d'agriculture moins intensive. D'autres études sont nécessaires pour déterminer si les changements observés sont dus à des substances qui perturbent le système endocrinien et, dans l'affirmative, pour trouver l'origine de ces substances.

Effets de l'accès du bétail aux cours d'eau

Comme l'indique la littérature internationale, les bovins et les autres animaux d'élevage qui ont accès aux cours d'eau nuisent aux populations de salmonidés, car ils détruisent la structure des berges, provoquent la chute de gravier et d'autres particules plus grosses sur le lit des cours d'eau, accroissent la charge de sédiments en suspension et occasionnent l'introduction de fumier et de son percolat toxique dans les cours d'eau.

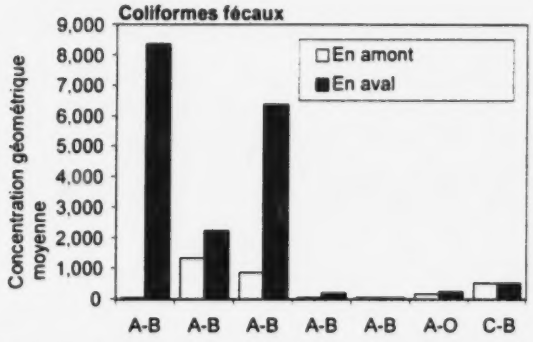
Les membres du panel ont communément observé les effets physiques susmentionnés dans les cours d'eau de l'Île-du-Prince-Édouard auxquels le bétail a accès. Il est probable que les effets néfastes mesurés ailleurs se produisent aussi dans les cours d'eau de l'île accessibles au bétail. Toutefois, on n'a pas procédé à des études scientifiques permettant de mesurer ces effets à l'Île-du-Prince-Édouard.

Depuis 1991, un programme de gérance gouvernement-ONG a aidé les fermiers à empêcher l'accès du bétail aux cours d'eau par des clôtures et à trouver d'autres moyens d'abreuver le bétail. En automne 1999,

180 projets avaient été menés à bien dans le cadre de ce programme. Avec la collaboration des éleveurs de bétail, le programme en question a permis d'ériger 75 km de clôtures pour empêcher environ 10 000 animaux d'accéder à plus de 500 ha de terres riveraines. Comme il n'y a pas eu d'étude sur l'accès du bétail aux cours d'eau de l'Île-du-Prince-Édouard, on ne sait pas quelle longueur de cours d'eau est encore accessible à ce bétail dans l'île.

Comme celles d'autres animaux à sang chaud, les matières fécales du bétail contiennent des coliformes fécaux, qui sont des bactéries couramment utilisées comme indicateurs de la présence possible de micro-organismes pathogènes. Les concentrations moyennes de coliformes fécaux admissibles dans le contact humain direct et dans la récolte des mollusques sont de 200 et 14 organismes/100 mL, respectivement.

Les concentrations géométriques moyennes de coliformes fécaux étaient considérablement plus élevées en aval qu'en amont de cinq lieux accessibles au bovins et d'un lieu accessible aux ovins (tests t, toutes valeurs P $\leq$0,006). Les concentrations en aval et en amont d'un lieu où l'accès du bétail au cours d'eau était bloqué par une clôture ne différaient pas beaucoup.

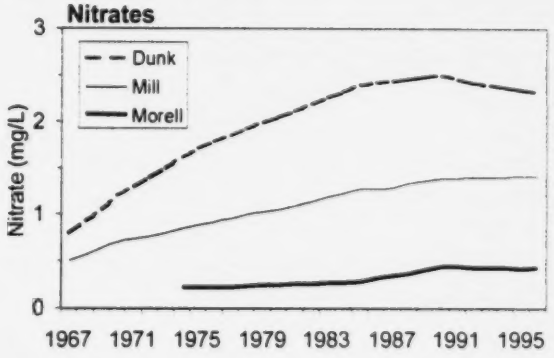


(A-B signifie accessible aux bovins, A-O accessible aux ovins et C-B clôturé pour empêcher l'accès du bétail).

Dans plus de 80 endroits de l'Île-du-Prince-Édouard, la récolte directe des mollusques bivalves est interdite en raison de concentrations excessives de coliformes fécaux. Certains de ces endroits sont situés à proximité de zones agricoles non dotées d'égouts d'évacuation municipaux et ne présentent pas de faune notable. C'est peut-être là une indication que les déchets du bétail peuvent être à l'origine de la contamination. Cependant, on n'a pas mesuré la contribution des déchets du bétail à la présence de coliformes fécaux dans les secteurs coquilliers fermés.

Effets des matières nutritives sur les estuaires

La croissance des plantes estuariennes dépend de la présence d'azote et de phosphore. Les concentrations d'azote dans les estuaires de l'île ont considérablement augmenté depuis les années 1960, quoiqu'elles se soient stabilisées ou qu'elles aient diminué dans les années 1990. Les concentrations de phosphore ont elles aussi augmenté.



On considère que des concentrations d'azote de 0,3-0,5 mg/L et de phosphore de 0,035 mg/L sont les valeurs-seuils de l'état eutrophe des estuaires. Dix des 20 estuaires échantillonnés en 1998-1999 présentaient des concentrations moyennes d'azote supérieures à 0,5 mg/L.

La laitue de mer (ou ulve), une macrophite, pousse dans les baies et les estuaires de l'île. Une

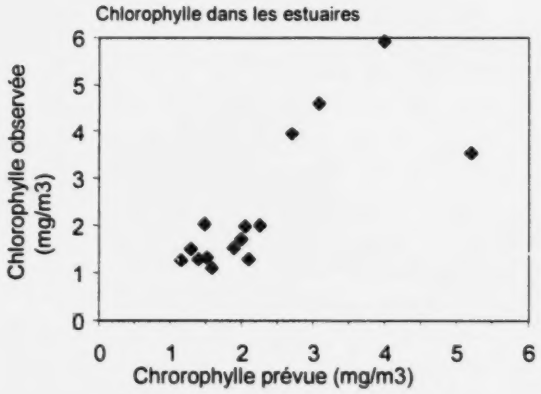
croissance très luxuriante peut occasionner des conditions anoxiques, dans lesquelles les couches denses de végétation pourrissent, privant l'eau de son oxygène. Pendant ces périodes de conditions anoxiques, l'eau devient habituellement laiteuse et la visibilité est presque nulle. La plupart des poissons sont capables de quitter la zone anoxique, mais non les bivalves, qui finissent par mourir. Les conditions anoxiques surviennent généralement en juillet en août, et occasionnellement en septembre.

La plupart des anoxies sont survenues sur la côte nord de l'île, où l'action de chasse d'eau est faible en raison de la faible amplitude des marées (amplitude moyenne de 0,7 m sur la côte nord et de 1,8 m sur la côte sud). (On ne prend pas ici en considération les conditions anoxiques associées à la limitation du flux d'eau due aux chaussées.)

Lieux connaissant des conditions anoxiques

On ne dispose pas de données à long terme sur les conditions anoxiques présentes dans les estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard. Toutefois, selon les observations des membres du panel, ces conditions ont été beaucoup plus fréquentes au cours des quelques dernières décennies, et des phénomènes anoxiques se sont produits là où ils étaient auparavant inconnus ou très rares.

Les concentrations de chlorophylle dans 15 estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard étaient liées aux concentrations d'azote total (r^2 = 0,72) et de phosphore total (r^2 = 0,65). Elles étaient aussi liées aux habitudes d'utilisation des terres du bassin hydrographique adjacent. Une équation dans laquelle le volume de l'estuaire et la superficie cultivée du bassin hydrographique étaient des variables indépendantes aboutissait à des concentrations de chlorophylle prévues de r^2 = 0,68.



Les moules de culture sont des herbivores importants dans les estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard. L'azote et le phosphore d'origine agricole semblent être les principaux éléments qui contribuent à la croissance de la nourriture des moules. C'est dire que les méthodes agricoles actuelles peuvent jouer un rôle important dans la réussite de la mytiliculture.

Impacts généraux sur la biote aquatique

Poissons

Dans leurs habitats, l'omble de fontaine et le saumon atlantique, les principaux poissons de sport de l'Île-du-Prince-Édouard, sont exposés à la sédimentation, aux pesticides, ainsi qu'au bétail et à ses déchets. Selon l'abondante littérature qui existe à ce sujet, les effets néfastes des sédiments sur les salmonidés sont profonds et souvent graves. Les données actuelles dont on dispose pour l'Île-du-Prince-Édouard sont limitées et ne portent que sur certains stades biologiques et sur certaines situations écologiques.

Les densités moyennes combinées d'omble de fontaine juvéniles et de saumon atlantique

(poissons/100 m^2) mesurées dans les rivières pour lesquelles on dispose de plus de dix estimations de densité sont à peu comparables pour le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse et pour l'Île-du-Prince-Édouard.

Rivière	Omble de fontaine	Saumon	Somme
Nouveau-Brunswick/Nouvelle-Écosse			
Restigouche		78,7	78,7
Jacquet	9,2	7,7	16,9
Miramichi		116,7	116,7
Margaree	18,3	75,0	93,3
St. Marys	1,4	28,2	29,6
R. West, Sheet Harbour	0,4	16,0	16,3
LaHave	0,6	14,0	14,6
Shubenacadie	21,8	35,3	57,1
Stewiacke	11,8	62,1	73,9
Maccan	0,4	57,7	58,1
Saint-Jean		31,3	31,3
Moyenne	8,0	47,5	53,3
Île-du-Prince-Édouard			
Morell	17,5	12,1	29,5
Little Pierre Jacques	39,8	0,8	40,6
Enmore	15,7	3,3	18,9
Ellerslie	42,4	0,1	42,5
Seal	56,2	0,5	56,7
Vernon	90,8	1,4	92,2
Montague	66,0	0,0	66,0
Moyenne	46,9	2,6	49,5

Par comparaison avec le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse, l'Île-du-Prince-Édouard a un sol dont la fertilité naturelle est plus élevée (ce qui est associé dans la littérature à de plus fortes densités de salmonidés) et une plus basse diversité d'espèces de poissons d'eau douce (donc une moindre concurrence); elle est aussi le siège d'abondantes infiltrations de sources souterraines qui limitent les extrêmes de température en été et alimentent le flux en période sèche. Ce sont là des avantages importants pour l'habitat, qui permettent de croire qu'en l'absence d'utilisation des terres et d'autres activités anthropiques, les densités de salmonidés dans les cours d'eau de l'île seraient plus élevées qu'au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse.

Il y a quatre types d'information sur lesquels fonder une évaluation générale des impacts des habitudes d'utilisation des terres sur les salmonidés de l'Île-du-Prince-Édouard :

a) Les données recueillies à l'île. Ces données se rapportent à de petits échantillons et ont une portée temporelle limitée.
b) Les observations directes par les membres du panel et d'autres personnes. Ces observations sont fondées sur des expériences exhaustives sur le terrain et remontent à plusieurs décennies, mais il ne s'agit pas de données quantitatives.
c) Des comparaisons avec les densités de salmonidés au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse.
d) La littérature internationale au sujet des effets des utilisations des terres sur les salmonidés.

Ces sources d'information, considérées dans leur ensemble, révèlent que les habitudes d'utilisation des terres ont eu par le passé et continuent d'avoir des effets néfastes importants sur les populations de salmonidés de l'île. Ces effets se manifestent surtout chez le saumon atlantique. Malgré des programmes d'ensemencement intensifs, la production naturelle de ce poisson ne s'est pas rétablie de manière notable dans les rivières de l'Île-du-Prince-Édouard, sauf dans la Morell. L'explication la plus plausible de l'échec de la recolonisation par le saumon atlantique des rivières où il était autrefois abondant réside dans le fait que les habitudes d'utilisation des terres, particulièrement celles qui occasionnent le dépôt de sédiments, ont rendu l'habitat impropre pour cette espèce.

Mollusques

Les habitats utilisés par les mollusques des estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard sont modifiés par les apports de sédiments, de coliformes fécaux et de matières nutritives. Le dépôt de sédiments nuit beaucoup aux huîtres,

parce que les fonds de sédiments mous ralentissent la croissance de ce mollusque et modifient la forme des coquilles, ce qui réduit la valeur commerciale des huîtres.

Dans nombreux secteurs coquilliers de l'Île-du-Prince-Édouard la récolte directe est interdite en raison de la présence de coliformes fécaux. Les déchets du bétail sont à l'origine de fortes concentrations de coliformes fécaux dans les cours d'eau auxquels ce bétail a accès, mais on n'a pas déterminé quels sont les effets de l'apport du bétail aux concentrations de coliformes fécaux dans les estuaires.

L'azote et le phosphore d'origine terrestre contribuent à la croissance du phytoplancton dans les estuaires et les baies, ce qui profite à l'élevage des moules. Les matières nutritives d'origine terrestre contribuent aussi à une prolifération excessive de la laitue de mer, créant parfois des conditions anoxiques qui détruisent les gisements de mollusques locaux.

Classement des impacts

Les données dont on dispose sont insuffisantes pour quantifier les effets des apports de l'utilisation des terres sur les ressources aquatiques de l'Île-du-Prince-Édouard. Il n'est donc pas possible de classer actuellement en bonne et due forme, selon leur importance relative, ces divers effets, qui dépendent des habitudes d'utilisation des terres dans les bassins hydrographiques locaux. Comme les habitudes d'utilisation des terres varient considérablement, l'importance relative des divers effets sera vraisemblablement hétérogène dans l'ensemble de la province.

Atténuation des impacts

On peut réduire la perte de sol occasionnée par la culture de la pomme de terre en recourant à la rotation des cultures sur trois ans, à la culture en pente transversale, à la culture en bandes, à l'aménagement de terrasses, au paillage en automne et à d'autres techniques. L'application intégrée de ces techniques et d'autres moyens de réduction de l'érosion diminue notablement la perte de sol due à la culture et l'apport de sédiments dans les cours d'eau. Grâce à des programmes parrainés par le gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard, les cultivateurs ont accès à des conseils d'experts sur la gestion des sols axée sur la conservation.

Les mortalités massives de poissons dues aux pesticides qui sont survenues récemment à l'Île-du-Prince-Édouard sont associées à l'écoulement provenant des champs de pommes de terre après des chutes de pluie. Comme les techniques de réduction de l'érosion applicables à la culture des pommes de terre sont conçues pour limiter l'écoulement rapide de surface, ces techniques réduisent aussi le risque de mortalité des poissons due aux pesticides.

Les effets néfastes de l'accès du bétail au cours d'eau peuvent être réduits par l'installation de clôtures. Les cours d'eau non protégés par des clôtures servent habituellement au bétail à s'abreuver. Il existe divers moyens d'abreuver le bétail sans le laisser accéder directement aux cours d'eau.

Les gouvernements, et les organisations non gouvernementales (ONG) qui oeuvrent dans l'agriculture et dans la conservation ont pris diverses initiatives de grande envergure pour inciter les utilisateurs des terres à prendre des habitudes qui réduiront les apports dans les cours d'eau. Au moins en partie à cause de ces initiatives, les pratiques agricoles axées sur la conservation se sont répandues, notamment les techniques de prévention de l'érosion dans la culture de la pomme de terre et l'installation de clôtures pour empêcher le bétail d'accéder aux cours d'eau. Toutefois, on compte encore de nombreux utilisateurs de terres dont les méthodes restent inchangées.

Les ONG qui oeuvrent dans le domaine de la conservation ont déployé de grands efforts pour réduire les effets des apports de sédiments et

améliorer les habitats des salmonidés par des techniques d'intervention dans les cours d'eau, comme les pièges à sédiments, les piliers et les gabions inclinés. Il n'y a pas de données à l'échelle de la province sur les effets physiques et biologiques de ces interventions. Toutefois, en se fondant sur leur expérience dans les cours d'eau de l'Île-du-Prince-Édouard, les membres du panel ont indiqué que les améliorations dues à ces efforts sont très modestes par rapport à l'apport continuel de sédiments associé aux habitudes d'utilisation des terres.

Les lois fédérales et provinciales interdisent la dégradation de l'habitat du poisson par des modifications physiques ou l'introduction de substances nocives. Ces lois ont été peu appliquées en ce qui concerne l'apport de sédiments, de pesticides et de déchets animaux dans les cours d'eau de l'Île-du-Prince-Édouard.

Conclusions

- Les habitudes d'utilisation des terres depuis le début de la colonisation par les Européens ont occasionné l'apport de très grandes quantités de sédiments dans les cours d'eau et estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard, qui ont modifié considérablement ces habitats.
- L'agriculture, l'exploitation forestière, les travaux routiers et l'exploitation commerciale de l'espace sont à l'origine d'un grand apport de sédiments dans les cours d'eau et estuaires de l'Île-du-Prince-Édouard.
- Les cours d'eau qui traversent des terres de culture de la pomme de terre contiennent communément de faibles concentrations de divers pesticides. Des concentrations occasionnellement élevées de ces substances occasionnent des mortalités massives de poissons. On a recensé huit mortalités massives de poissons dues à des pesticides en 1999.
- Les habitudes d'utilisation des terres ont des effets néfastes importants sur les salmonidés, en particulier sur le saumon atlantique, qui a disparu de la plupart des cours d'eau de l'île et qui ne subsiste qu'à l'état de population résiduelle dans les autres (sauf dans ceux qui font l'objet d'un ensemencement artificiel).
- La sédimentation des estuaires imputable aux habitudes d'utilisation des terres réduit la productivité des gisements d'huîtres et accroît les coûts d'exploitation de l'industrie ostréicole.
- Les matières nutritives d'origine terrestre sont un facteur important de la croissance du phytoplancton dont se nourrissent les moules d'élevage.
- Les cours d'eau auxquels le bétail a accès contiennent souvent de fortes concentrations de coliformes fécaux et de nombreux secteurs coquilliers adjacents à des terres agricoles sont fermés en raison de la contamination par les coliformes fécaux. Toutefois, on n'a pas établi l'origine de la contamination de ces secteurs.
- L'apport de sédiments, de pesticides et de déchets animaux dans les cours d'eau peut être réduit de façon importante par l'adoption de techniques de culture axées sur la conservation et par l'installation de clôtures empêchant le bétail d'accéder aux cours d'eau.
- Les lois fédérales et provinciales contiennent des dispositions qui confèrent de vastes pouvoirs en matière de protection du poisson et de son habitat, mais ces dispositions sont peu appliquées à l'apport de sédiments, de pesticides, de déchets animaux et de matières nutritives.
- On recourt de plus en plus à des habitudes d'utilisation des terres axées sur la conservation, mais en même temps certaines tendances (augmentation des terres consacrées à la culture de la pomme de terre, conversion de forêts en terres agricoles) occasionnent une augmentation des apports dans les cours d'eau.

Recommandations

- Les données concernant spécifiquement les impacts de l'utilisation des terres sur les ressources aquatiques de l'Île-du-Prince-

Édouard sont très limitées. Un programme intégré et coordonné de recherche à long terme est nécessaire pour évaluer les impacts de l'utilisation des terres là où les connaissances actuelles sont insuffisantes ainsi que pour orienter les mesures d'atténuation de ces impacts et de réhabilitation des ressources halieutiques estuariennes et d'eau douce de l'Île-du-Prince-Édouard.

- La recherche devrait porter sur les éléments suivants :
  - la surveillance des apports de sédiments, de produits chimiques toxiques, de déchets animaux, y compris des bactéries, et de matières nutritives dans les cours d'eau de l'Île-du-Prince-Édouard;
  - la quantification et la modélisation des répercussions de ces apports sur les poissons et mollusques ainsi que sur leurs habitats;
  - l'établissement de points de référence pour l'application des lois;
  - l'évaluation des mesures actuelles d'évaluation des impacts et la conception de nouvelles mesures.

- La mise en oeuvre d'un programme efficace d'atténuation des effets nocifs des habitudes d'utilisation des terres sur les ressources halieutiques de l'Île-du-Prince-Édouard nécessite un vaste consensus et le ralliement des organes gouvernementaux, des membres de la communauté et de l'industrie à cette cause.

Pour obtenir de plus amples renseignements,

communiquer avec : David Cairns
Direction des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
C. P. 1236
Charlottetown (Î.-P.-É.)
C1A 7M8

Tél. : (902) 566-7825
Fax: (902) 566-7948
Courriel :
cairnsd@dfo-mpo.gc.ca

Références

Adams, J.D. Concentrations of faecal coliform bacteria in headwater streams in the Bedeque Bay and Cardigan Bay watersheds. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

Aggett, D., G. MacDougall, and L. Murphy. Acts, regulations, and policies pertaining to protection of aquatic environments on Prince Edward Island. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

Anon. 1999 Measuring our progress: soil conservation efforts of P.E.I. potato producers in the late 1990's. Video produced by the PEI Soil and Crop Improvement Association and the PEI Department of Agriculture and Forestry.

Cairns, D.K. Land use and aquatic resources of Prince Edward Island streams and estuaries - an introduction. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport

technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

Cairns, D.K. Substrate sedimentation and salmonid densities in Prince Edward Island streams. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

Caissie, D., and E. Arseneau. Substrate composition in the Morell River and other Maritime Province rivers: potential implications for Atlantic salmon fry emergence. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

Cunjak, R.A., D.L. Guignion, R.E. MacFarlane, and R. Angus. Survival of eggs and alevins of wild brook trout and Atlantic salmon in relation to fine sediment deposition. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction) (résumé).

Duffy, T.J. Livestock access to watercourses: issues and solutions. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

Gray, M.A., K.L. Teather, J. Sherry, M. McMaster, and R.E. Mroz. Endocrine disrupting potential in freshwater ecosystems near agricultural areas on Prince Edward Island. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

Landry, T. The potential role of bivalve shellfish in mitigating negative impacts of land use on estuaries. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

MacFarlane, R.E., B.M. Smith, and T.D. Dupuis. Physical watercourse enhancement on PEI: methods, extent, and effects on habitats and biota. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

MacNeill, S., and R.A. Curry. Abundance of juvenile brook trout and sediment in Prince Edward Island streams. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction) (résumé).

MacNeill, S., and R.A. Curry. Brook trout survival to emergence in relation to sediment in Prince Edward Island streams. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction) (résumé).

Meeuwig, J. Predicting estuarine eutrophication in Prince Edward Island from land use patterns. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

Meeuwig, J.J. 1999. Predicting coastal eutrophication from land-use: an empirical approach to small non-stratified estuaries. Mar. Ecol. Prog. Ser. 176:231-241.

Meeuwig, J.J., J.B. Rasmussen, and R.H. Peters. 1998. Turbid waters and clarifying mussels: their moderation of empirical chl:nutrient relations in estuaries in Prince Edward Island, Canada. Mar. Ecol. Prog. Ser. 139-150.

Mutch, J.P., M. Savard, G. Julien, B. MacLean, B.G. Raymond, and J.A. Doull. Pesticides in water and sediment: monitoring vs. fish kill investigations on Prince Edward Island. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

P. Lane and Associates Ltd. 1991. Sedimentation study of the Wilmot River estuary. Report on Project E-174 submitted to Environment Canada and the PEI Department of the Environment, Charlottetown.

Raymond, B.G. Nutrient and chlorophyll trends in PEI estuaries. In D.K. Cairns (ed.). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques (en cours de rédaction).

Saunders, J.W., and M.W. Smith. 1965. Changes in a stream population of trout associated with increased silt. Journal de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. 22:395-404.

Waters, T.F. 1995. Sediment in streams: sources, biological effects and control. Amer. Fish. Soc. Monogr. No. 7.

Distribué par le :

Bureau du processus consultatif des provinces Maritimes
Ministère des Pêches et des Océans
C.P. 1006, Succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2
Téléphone : 902-426-7070
Courriel : myrav@mar.dfo-mpo.gc.ca

An English version is available on request at the above address.

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2000. Effets des habitudes d'utilisation des terres sur le poisson et les mollusques ainsi que sur leurs habitats à l'Île-du-Prince-Édouard. MPO Maritimes, Rapport régional sur l'état de l'habitat 2000/1F.